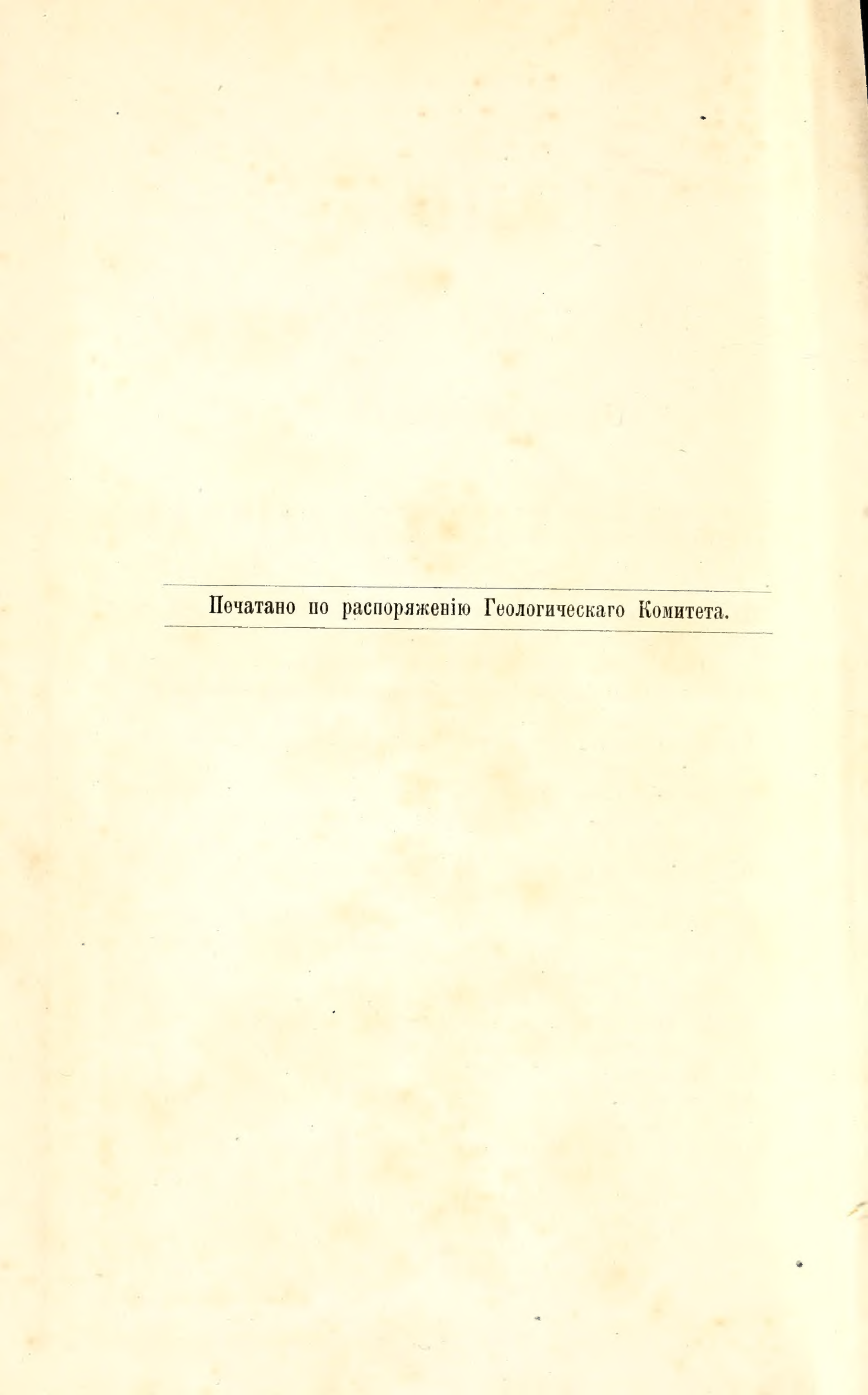


GUIDE DES EXCURSIONS

DU

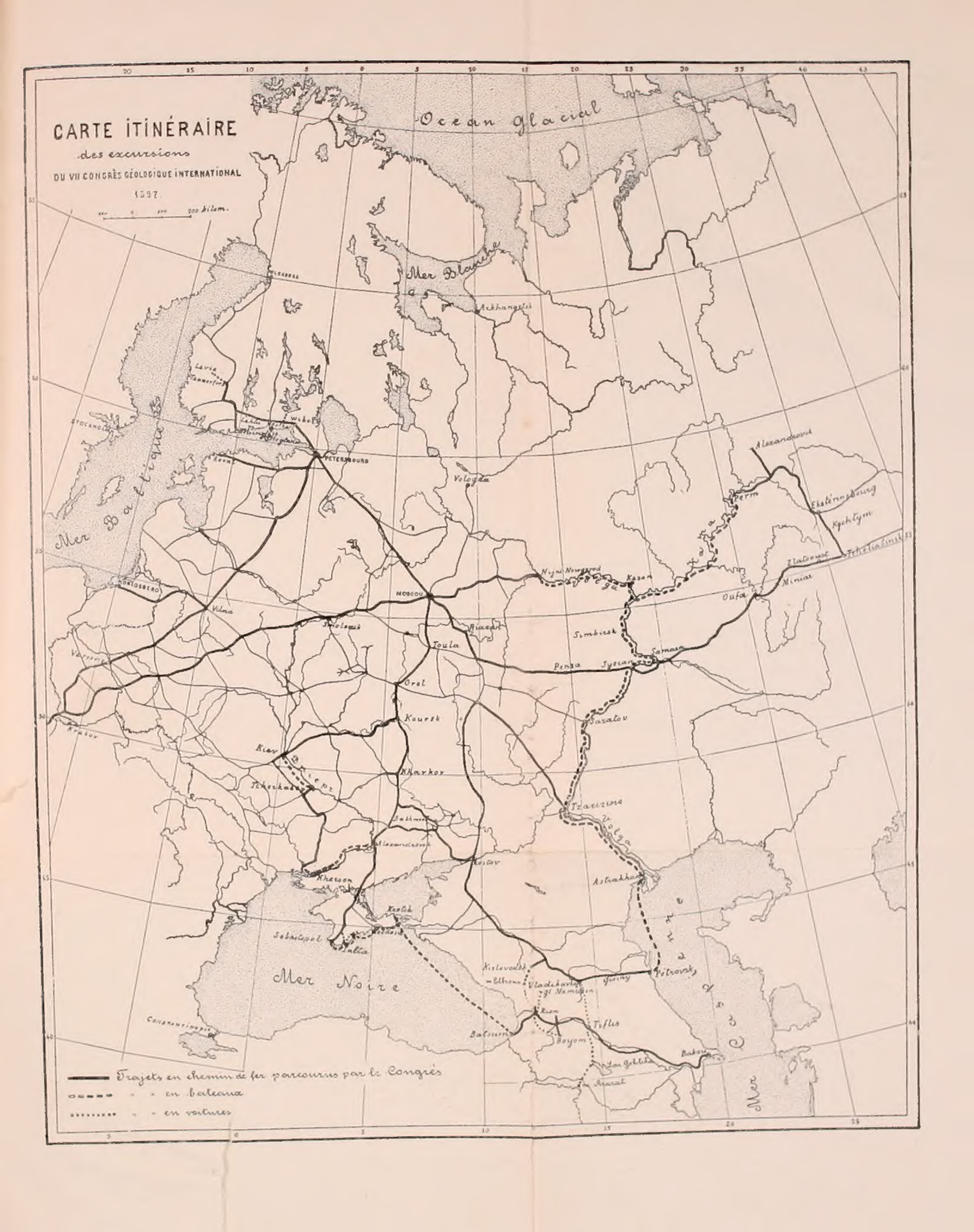
VII CONGRÈS GÉOLOGIQUE

INTERNATIONAL.



Печатано по распоряженію Геологическаго Комитета.

TABLE DES MATIÈRES.


CARTE ITINÉRAIRE
des excursions
DU VII CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL
1897.
200 kilom.
Ocean Glacial
Mer Blanche
Mer Baltique
Mer Noire
Mer Caspienne
Arkhangelsk
Petersbourg
Vologda
Moscou
Nijni Novgorod
Kasan
Perm
Alexandrovsk
Ekaterinebourg
Kychtym
Zlatoouste
Oufa
Simbirsk
Samara
Syzran
Penza
Toula
Riasan
Smolensk
Vilno
Varsovie
Orel
Koursk
Kiev
Kharkov
Saratov
Tzaritzine
Volga
Astrakhan
Rostov
Kherson
Alexandrovsk
Kertch
Sebastopol
Yalta
Kislovodsk
Vladikavkaz
Grozny
Petrovsk
Tiflis
Batoum
Borjom
Bakou
Ararat
Constantinople
Krakov
Königsberg
Stockholm
Wiborg
Reval
Trajets en chemin de fer parcourus par le Congrès
- - en bateaux
- - en voitures

PRÉFACE.

L'ouvrage que nous présentons à nos lecteurs est consacré aux excursions qui se feront avant et après la VII Session du Congrès Géologique International. Il est le résultat du travail commun de presque tous les géologues russes qui ont spécialement étudié l'une ou l'autre partie du vaste territoire de la Russie et qui ont consenti à offrir, dans des esquisses sommaires, les traits les plus essentiels de la structure géologique des régions qui ont été particulièrement l'objet de leurs recherches. La difficulté d'organiser de grandes excursions auxquelles pourraient prendre part un grand nombre de personnes, dans des régions où l'on trouve peu d'hôtels ou dans lesquelles ils font même complètement défaut, et le manque de moyens de locomotion à distance des chemins de fer, ont été la cause principale que jusqu'au commencement de l'été de 1896 il a été impossible d'assurer d'une manière certaine si l'on pourrait réaliser les excursions qu'on avait en vue. Ainsi, par exemple, il n'eût pas été possible de songer à faire une excursion dans l'Oural au nombre de 200 géologues, si l'on n'avait pas réussi à terminer, en 1896, la ligne du chemin de fer qui réunit Tchéliabinsk à Ekathérinebourg.

Une autre circonstance non moins importante qui n'a pu être éclaircie que dans ces derniers temps, c'était la possibilité d'obtenir des trains spéciaux pour les excursions des géologues. Le réseau des chemins de fer s'accroît avec une telle rapidité en Russie et exige tant de locomotives et de vagons que les usines ne parviennent pas à en fournir une quantité suffisante, de sorte qu'il devenait d'une très grande difficulté d'en consacrer un assez grand nombre aux besoins des excursions. Si nous avons eu le bonheur de vaincre toutes ces difficultés, ce n'est que grâce à **Sa Majesté l'Empereur** qui a daigné ordonner de mettre à notre disposition le nombre de locomotives et de vagons qui serait jugé nécessaire.

Non moins difficile était-ce d'arriver à organiser les excursions en voitures, surtout dans l'Oural et sur la route militaire de Géorgie.

Dans la première de ces régions tous les moyens de transport se concentrent exclusivement dans les villages où se trouvent les usines et les mines, et sans la bienveillante coopération des administrations des districts miniers et des propriétaires d'usines (MM. Balachew, le prince Biélosselsky-Biélozersky, MM. Démidow et autres) on n'eût pas même pu penser à effectuer les excursions projetées

La route militaire de Géorgie, la voie principale qui rejoint le Caucase du nord au Transcaucase, possède, il est vrai, un certain nombre de moyens de transport, mais complètement insuffisant pour suffire à la fois aux besoins de plusieurs centaines de voyageurs. Pour parer à cette difficulté, il nous fallait le secours de l'Administration locale; elle a fait, avec la plus grande condescendance, tout ce qui dépendait d'elle pour faciliter le voyage en groupes plus ou moins nombreux.

Ce que nous venons de dire explique les raisons pour lesquelles ce ne fut qu'en automne de 1896, après le retour de tous les directeurs d'excursions des voyages préparatifs qu'ils avaient faits dans les différents rayons de l'Empire, qu'il a été possible d'élaborer le programme définitif des excursions que l'on se proposait de faire.

On croyait d'abord que le guide ne formerait qu'un petit volume suivi d'un nombre restreint de cartes et de coupes; mais au fur et à mesure que l'on se mit à l'oeuvre, le guide prit bientôt des proportions auxquelles nous ne nous attendions pas, et est devenu tout un volume contenant plus de 660 pages, bon nombre de figures, de coupes et de cartes.

Imprimer avec suite la grande masse des matériaux qui ne sont arrivés à la rédaction qu'à partir du mois de février, était chose tout à fait impossible. Le Comité d'organisation décida, en conséquence, de diviser le guide en 34 chapitres, en consacrant à chacun d'eux le nom de son auteur et en donnant aux divers chapitres une pagination différente. Ce mode de publication offre cet avantage que chaque chapitre, numéroté en chiffre romain, peut facilement se détacher du livre et être ainsi d'un usage très commode pendant les excursions.

Si l'on prend en considération toutes ces circonstances et la nécessité où nous étions de faire traduire notre travail en français et en allemand, on comprendra facilement que le guide n'ait pu paraître qu'avec un retard d'un mois après l'époque fixée dans notre troisième circulaire.

Nous avons tâché de conserver partout au guide le même caractère. Chacun des chapitres contient la liste des principaux ouvrages concernant le rayon étudié, l'esquisse sommaire physico-géographique et géologique de la région à parcourir, et la description des points les

plus remarquables de l'itinéraire. Tout intéressant qu'il eût été, pour les personnes qui viennent en Russie pour la première fois, de trouver, dans le guide, d'autres données caractéristiques de chacune des régions, telles que des notions détaillées sur l'ethnographie, l'histoire moderne et ancienne du pays, sur sa faune, sa flore etc., il a fallu les exclure du livre pour la raison qu'elles en auraient considérablement augmenté les dimensions et qu'elles en eussent eucore par là retardé la publication.

L'ordre des chapitres a été mis, autant que possible, d'accord avec celui des excursions proposées par le Comité dans sa première et sa seconde circulaire, et les descriptions des excursions parallèles sont numérotées d'après les chiffres suixants:

A l'excursion de l'Oural sont consacrés les chapitres II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI;

à celle de l'Esthonie le chapitre XII;

à celle de Finlande le chapitre XIII.

L'excursion de Moscau à Wladikavkaz, qui comprend les variantes A (Kharkow, Bassin du Donetz, Eaux minérales ou Grozny); B (Wolga); C (Dniepr) est décrite dans les chapitres suivants:

Variante A: XIV, XV, XVI, XVII, XVIII.

Variante B: XX.

Variante C: XXI.

L'excursion à l'Elbrous, qui en fait partie, porte le numéro XIX; celle au glacier Tseïsky, le numero XXVIII; celle au glacier du Ghénaldon, le numéro XXIII.

A la description de la route militaire de Géorgie est consacré le chapitre XXII.

Les voyages de Tiflis à Bakou et de Bakou à Batoum, par le chemin de fer transcaucasien, comprenant la visite de Tkwibouli, sont décrits dans les cha-

pitres XXIV, XXV, XXV*a*; la variante Borjom, au chapitre XXVI. A cette série de chapitres se rapporte aussi le chapitre XXVII, qui donne la description du voyage au glacier de Mamisson.

Pour donner aux excursionnistes une idée de l'historique de la Mer Noire, le chapitre XXIX contient un résumé sommaire des connaissances acquises, surtout dans ces derniers temps, sur cette question.

L'excursion en Crimée se trouve aux chapitres XXX, XXXI, XXXII et XXXIII.

Il nous reste encore à mentionner que les esquisses géologiques des environs de Moscou et de St. Pétersbourg sont contenues dans les chapitres I et XXXIV.

Quelques-uns des chapitres présentent non seulement le remaniement de tout le matériel littéraire publié jusqu'ici, mais contiennent encore des données toutes nouvelles, qui paraissent pour la première fois dans notre guide.

Dans les directions principales des excursions, les matériaux sont groupés de manière à donner une description ininterrompue du territoire traversé jour et nuit, sans arrêts, par les excursionnistes.

Pour abréger autant que possible le texte du guide nous y avons ajouté un grand nombre de coupes géologiques et de cartes, mettant en regard la structure des rayons décrits [1]). Pour représenter encore plus claire-

---

[1]) Dans la description de quelques-uns des gisements métallifères et des gîtes de minéraux nous nous sommes vus parfois obligés de nous servir de données recueillies depuis longtemps, exactes il est vrai, mais ne répondant plus aux affleurements, tels qu'ils existent aujourd'hui. Ainsi par exemple, dans le chapitre IV où nous faisons la description des mines d'Ahkmat et de Nicolaïé-Maximilianovsk, nous donnons les coupes relevées en 1870 par A. Karpinsky; dans le chapitre IX la carte du Blagodat présente l'état des mines en 1888 etc.

ment le caractère des localités parcourues, nous donnons toute une série de dessins, sous forme de tableaux détachés, en partie phototypiques [1]), en partie zincographiques.

Nous ajoutons, en outre, une carte géologique de la Russie européenne à l'échelle de 1 : 6300000, à la rédaction de laquelle ont principalement pris part MM.: A. Karpinsky, S. Nikitin, N. Sokolow, A Mikhalsky et Th. Tschernyschew. Dans son ensemble cette carte est une copie réduite et simplifiée de celle qui a été publiée en 1892, à l'échelle de 1:2520000, par le Comité Géologique, mais complétée et corrigée d'après les résultats obtenus par les recherches de ces dernières années.

En publiant ce volume, dédié aux membres du VII Congrès Géologique International, nous nous croyons en droit de dire que cette publication est la première de ce genre qui paraît en Russie. Le lecteur y trouvera le résumé de toutes les notions géologiques dispersées dans des journaux spéciaux. Il va sans dire que notre guide ne peut entrer en ligne de comparaison avec des compendiums géologiques aussi parfaits que ceux que nous trouvons dans d'autres pays, comme le „Geology of India" R. Oldham, „The Geology of England & Wales" N. B. Woodward, „Geologie von Deutschland" R. Lepsius etc. Nous osons espérer néanmoins qu'il offrira quelque intérêt aux personnes qui n'auront pas l'occasion de se rendre personnellement en Russie et de participer aux excursions proposées aux membres du Congrès.

Nous avions aussi d'abord l'intention d'ajouter, sous forme d'appendice, un index des principales collections réu-

---

[1]) Les planches phototypiques ont été exécutées dans l'établissement de M. Babkin, Perspective des Anglais. St. Pt.

nies dans les musées de St. Pétersbourg, Moscou, Kiew, Kharkow, Kazan, et autres villes. Mais sachant que ces musées publieraient des catalogues détaillés, spécialement destinés aux membres du Congrès, de toutes les collections qu'ils renferment, nous avons cru qu'il devenait inutile de les ajouter au guide.

Le livre-guide que nous offrons aux géologues est devenu si volumineux que l'on comprendra qu'il ne pourra être réimprimé, comme cela se faisait après les Sessions précédentes, dans les Comptes rendus du Congrès.

La rapidité avec laquelle ce guide a dû être fait nous fera pardonner les défauts de style et d'impression qui ont pu se glisser dans l'ouvrage.

Au nom des différents auteurs de cet ouvrage, nous nous faisons un devoir d'exprimer toute notre reconnaissance à M. Moser, qui a bien voulu se charger de la traduction française de la plus grande partie du guide et au baron Ed. Toll, qui a fait la traduction de quelques-uns des chapitres publiés en allemand.

Au nom du Comité d'organisation:

Th. Tschernyschew.



I

LES ENVIRONS DE MOSCOU

PAR

S. NIKITIN.

De Smolensk à Moscou.

Les voyageurs qui viennent d'Allemagne et d'Autriche pour se rendre à Moscou en passant par Smolensk, franchissent le matin les limites du gouvernement de Moscou un peu avant d'arriver à la petite station de Borodino, laissant à gauche le vaste champ, devenu célèbre par la bataille qui s'y livra en 1812 et qui ouvrit à Napoléon la route de notre vieille capitale. Jusqu'à la ville la voie ferrée suit presque tout le temps, parallèlement à la vallée de la Moskwa, le terrain du partage des eaux, au milieu des paysages tout typiques de la Russie moyenne. Devant les yeux s'étend une plaine parsemée de collines, les unes aplaties, les autres plus ou moins élevées, de forme et de direction irrégulières, traversée par des ravins à pente douce où coulent de petits ruisseaux. Il y a tout lieu de croire qu'avant d'être cultivée, toute cette région était couverte de forêts, mélangées d'arbres à feuilles caduques (bouleaux, trembles) et de sapins (Picea excelsa) sur les sols plus ou moins argileux, ou de forêts de pins (Pinus sylvestris) dans les endroits arénacés. On ne trouve de prairies naturelles que dans les vallées fluviales. La culture humaine a modifié ici l'aspect de la contrée en faisant disparaître une partie considérable des forêts qu'elle a remplacées par des champs labourables et de prés en partie boisés.

Le sol sous-argileux, peu fertile, gris ou gris-brunâtre, de peu d'épaisseur, çà et là remplacé par un sol sous-sableux de même couleur, est plus ou moins pénétré d'une matière pulvérulente, connue sous le nom de „podsol“ (Voir p. 10).

Toute la contrée est la région du développement, immédiatement sous le sol, d'une argile morainique à blocaux, sableuse ou marneuse, d'un brun rougeâtre (Q_1^1b), non stratifiée, plus ou moins abon-

dante en blocaux et gravier erratiques, provenant soit des roches cristallines de Finlande et du gouv. d'Olonetz, soit des roches sédimentaires de la région située entre les gouvernements d'Olonetz et de Moscou (de préférence calcaires et silex du système carbonifère). Cette argile constitue fréquemment le sous-sol du terrain de la Russie d'Europe qui avait été occupé par la grande glaciation scandinavo-russe. A l'ouest cette roche passe directement au Geschiebelehm inférieur, l'argile morainique inférieure des allemands (du type saxonien ou du type de la première glaciation). Aux points où les vallées fluviatiles assez profondes et les tranchées artificielles ont mis à nu la base de l'argile à blocaux, émerge une assise de puissance variable, composée de sables plus ou moins jaunes ou rouges, interstratifiés de gravier et de galets de la même composition pétrographique que les blocaux de l'argile morainique (les cailloux des roches sédimentaires locales prédominent). C'est le sable inférieur à blocaux (Q_1^1a) des auteurs russes. Dans les tranchées du chemin de fer on ne le voit apparaître de dessous l'argile morainique qu'entre les stations Moukhina et Koubenka. Quelques collines, dont une près de la station Chelkovka, permettent d'observer le troisième membre des dépôts glaciaires de la Russie moyenne, le sable à blocaux supérieur non stratifié (Q_1^2c), d'ailleurs faiblement développé dans cette localité, recouvrant par endroits l'argile morainique.

Le long de la voie ferrée on ne voit pas d'affleurements de roches originaires plus anciennes que les quaternaires jusqu'à la descente dans la vallée de la Moskwa, non loin de Moscou. Mais des investigations faites le long de la rivière et des forages y ont relevé, sous les dépôts glaciaires, les sédiments suivants à peu près horizontaux et non disloqués, que nous énumérons du haut en bas:

1) couches des étages volgiens, supérieur et inférieur, plus ou moins conservées (JCr);
2) couches du jurassique supérieur jusqu'au callovien inclusivement ($J^c m$);
3) calcaire carbonifère de la section moyenne ou moscovien (C_2).

A trois verstes de la station Moukhina, sur les bords de la rivière Moskwa, se trouvent les anciennes carrières du calcaire carbonifère de Grigorowo, devennues classiques et historiques par les oeuvres de M. Fischer von Waldheim qui y a puisé les matériaux pour ses descriptions paléontologiques, qui ont mis la base à la paléontologie de la Russie moyenne. Par erreur ce savant de la première moitié de notre siècle a pris le calcaire de Grigorovo, riche en fusulines et coraux couvert par l'argile grise jurassique, pour de l'oolithe jurassique.

En descendant dans la vallée de la Moskwa la ligne du chemin de fer entre dans la région du sable à blocaux inférieur et des dépôts sableux superficiels qu'elle suit jusqu'à la gare. A la descente dans la vallée on aperçoit dans les ravins et les tranchées les roches noires du volgien inférieur et du jurassique supérieur.

COUPE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DES ENVIRONS DE MOSCOU.

Quaternaire moderne Q_2	Eluvions podsols tourbières / Alluvions des [illegible] et des [illegible] alluvions fluviatiles [illegible]	
Pleistocène Q_1^2 2e moitié	[illegible] supérieur à blocs erratiques [illegible] / Dépôts lacustres [illegible] non stratifiés [illegible] / loessiformes dépôts stratifiés [illegible] ou argileux Q_1^2a	[illegible]
Pleistocène Q_1^1 1re moitié	Dépôts morainiques à blocs erratiques argile brune sableuse et marneuse Q_1^1 [illegible] / Sables [illegible] / [illegible] erratiques [illegible] / Dépôts argileux [illegible]	
Tertiaire et crétacé supérieur	Dénudés en parties roches remaniés de différent âge mezozoique	
Gault Cr_1^2 et aptien Cr_1^1	Sables et grès blancs jaunes et bruns	[illegible]
Néocomien supérieur Cr_1^n	Grès ferrugineux [illegible]	Zone [illegible]
Néocomien moyen Cr_1^n m	[illegible] sables et grès blancs et verdâtres	Flore crétacée inférieure
Volgien supérieur JCr_β	Sables bruns [illegible] concrétions	Traces de la zone à Hoplites rjasanensis
n	Grès [illegible] grès ferrugineux [illegible]	Zone à [illegible] Belemnites [illegible]
s	[illegible]	Zone à [illegible]
p	Sables glauconieux verdâtres et noirâtres à concrétions phosphatiques	Zone à Craspedites [illegible] Belemnites [illegible]
Volgien inférieur JCr_α s	Grès bruns sableux glauconieux verdâtres et noirâtres en parties [illegible] et bruns	Zone à Perisph. [illegible] Rhynchonella [illegible]
m	Argile grise et noirâtre micacée sableuse et marneuse	Zone à Perisph. virgatus Belemn. absolutus [illegible]
i	Concrétions phosphatiques Sables glauconieux vert foncé [illegible] phosphatiques	
Kimmeridgien J_3^1	Argiles [illegible] et [illegible]	Traces de la zone à [illegible]
Sequanien J_3		[illegible]
Oxfordien J_3	[illegible]	[illegible]
Callovien supérieur J_2	[illegible]	[illegible]
Callovien moyen J_2 m	Marne [illegible]	[illegible]
	[illegible]	
Carbonifère moyen (Moscovien C_2	Calcaires blancs [illegible] en parties dolomitiques [illegible]	[illegible]

dant
tallii
taire
cou
gile
qui
cett
mo
la
fon
blo
plu
de
ni
le
tr
m
li
t
à
l

La colline du Kremlin. Aperçu sur la géologie de la ville de Moscou.

Moscou est située dans une région couverte de collines, traversée par la vallée de la Moskwa au cours sinueux, par ses affluents gauches, la Yaouza et la Néglinnaïa (coulant sous les rues de la ville dans un canal voûté), et par quelques autres cours d'eau et ravins de peu d'importance. Dans la partie septentrionale de la ville les collines atteignent 160 m. de hauteur absolue, le niveau normal de la Moskwa étant à l'extrémité du quartier sud à 116 m. au dessus de la mer. Entre toutes ces collines le Kremlin, par sa position centrale et son importance historique comme ancienne citadelle ou bourg, occupe sans contredit le premier rang, quoiqu'il n'ait que 150 m. de hauteur. De la terrasse du Grand-Palais s'étend une vue immense sur le „Zamoskvorétchié“, partie basse du sud de la ville, séparée de la partie principale, côté nord, par la large vallée de la Moskwa. Le Kremlin lui-même est circonscrit du côté de l'est par la vallée de la Yaouza, au delà de laquelle s'élève la colline du sud-est; du côté occidental il est bordé par la vallée de la Néglinnaïa, derrière laquelle s'élève la colline où se trouve le Musée public; plus loin on aperçoit la vaste plaine „Dévitchié polié“, aux abords de laquelle la majestueuse cathédrale du Sauveur (Sobor Khrista Spassitélia) frappe le regard. Enfin, plus loin encore, vers l'ouest, dominent „les Montagnes des Moineaux“ (Worobiowy Gory) sur la rive droite de la Moskwa.

La constitution du terrain de Moscou est assez bien connue, grâce aux investigations géologiques faites dans les environs de la ville et à nombre de forages (plus de 150), exécutés pendant les derniers quinze ans sous le contrôle plus ou moins constant de l'auteur de cette esquise, enfin grâce aux travaux de canalisation et de l'alimentation en eaux de la capitale. Quelques collines sont couvertes par l'argile morainique à blocaux (Q_1^1b), plus ou moins érodée et emportée presque sur toute l'étendue de la ville, de sorte que les sables à blocaux inférieurs (Q_1^1a) se trouvent soit immédiatement sous le sol et le remblai, soit recouverts des produits également sableux de l'éluvion; les seules exceptions sont: a) les vallées fluviales largement comblées par les alluvions: b) les collines mentionnées, recouvertes par-dessus les sables d'argile morainique; c) les élévations dans la partie sud-est de la ville au delà de la Yaouza, où l'on observe, sur l'argile morainique, le sable caillouteux supérieur non stratifié (Q_1^2c). En dessous des dépôts posttertiaires se disposent les diverses assises mésozoiques, indiquées dans la coupe géologique générale de Moscou (voir plus loin), et le calcaire carbonifère moyen de l'étage moscovien, qui forme la base rocheuse sur laquelle la ville est bâtie.

La colline du Kremlin, constituée par tous ces dépôts, présente en haut le sable inférieur qui passe aux assises parfaitement conservées des étages volgiens et jurassiques. Les forages ont rencontré le calcaire carbonifère à la hauteur de 0 à 8 m. au-dessus du niveau normal de

la rivière. C'est ce même calcaire qui supporte le fondement des principales églises, entre autres de la cathédrale du Sauveur (Khram Spassitélia) et les culées des ponts. Le forage le plus profond, fait dans une des collines de la ville, à la hauteur absolue de 144 m., a traversé 21,4 m. de dépôts argilo-arénacés quaternaires et mésozoïques, 180,7 m. des calcaires de l'étage moscovien, 74 m. des calcaires de la section inférieure du carbonifère, 49 m. de l'étage argilo-arénacé houillefère de la même section du système carbonifère, enfin 135 m. de calcaires et de marnes dévoniens; ici le forage a été arrêté sans qu'on ait trouvé l'eau dévonienne qu'on cherchait. La ville profite largement des eaux artésiennes, fournies sous une pression assez forte par plusieurs horizons aquifères dans les calcaires moscoviens. L'alimentation en eau principale exploite à 20 kilom. de la capitale des sources de la nappe aquifère des sables inférieurs à blocaux.

Environs de Moscou.

Les environs de Moscou, de même que tout le gouvernement de Moscou et les parties limitrophes du gouvernement de Wladimir ont été étudiés, depuis la naissance de la science géologique en Russie, par de nombreux géologues, dont nous ne citerons, dans l'ordre de leur apparition, que les noms les plus connus de Fischer von Waldheim, Rouiller, Murchison, Trautschold. Plus tard l'auteur de cette revue, chargé par le Comité Géologique de la levée géologique de la région, l'a étudiée en détail pendant nombre d'anées. Les résultats de ses recherches ont été publiés dans les trois volumes suivants des „Mémoires du Comité Géologique“: Carte géologique générale de la Russie, feuille 57; Vestiges de la période crétacée dans la Russie centrale; Dépôts carbonifères dans la région de Moscou. (Vol. V Nos 1, 2 et 5). Le premier de ces livres contient, outre la description détaillée de la région aux points de vue orographique et géologique, la liste des ouvrages géologiques et des monographies paléontologiques ayant rapport à cette contrée, parus jusqu'en 1889. Plus tard les articles suivants sont venus élargir, par de nouveaux matériaux paléontologiques, la connaissance de la constitution et de l'âge des dépôts mésozoïques de cette région:

S. Nikitin, Excursions dans les musées et les terrains mésozoïques de l'Europe. Bul. Soc. Belge de Géol. 1889. T. III.

A. Pavlov, Etudes sur les couches jurassiques et crétacées de la Russie et de l'Angleterre. Bul. Soc. Natur. Moscou. 1889.

A. Pavlov, Le néocomien des montagnes de Worobiewo. Bul. Soc. Nat. Moscou. 1890, № 2.

A. Pavlov, Argiles de Speeton et leurs équivalents. Ibidem. 1891 № 2—4. (Cet article expose mieux que les précédents le point de vue de l'auteur sur l'âge des dépôts du jurassique supérieur, du volgien et du crétacé inférieur de la Russie).

A. Michalski, Die Ammoniten der unteren Wolga-Stufe. Mém. du Com. Géol., Vol. VIII, № 2. (Description détaillée du groupe dominant des fossiles de l'étage volgien inférieur).

N. Bogoslovsky, Der Rjazaner-Horizont, seine Faune, seine stratigraphischen Beziehungen und sein wahrscheinliches Alter. Materialien zur Geologie Russlands. 1896, Bd. XVIII. (Bien que les matériaux dont l'auteur s'est servaient été recueillis dans le gouvernement limitrophe, c'est une étude toute spéciale et très exacte sur la paléontologie et la géologie de l'horizon qui joue un rôle si important dans la question de l'âge respectif des sédiments passant du jurassique au crétacé de la Russie centrale).

Pour ce qui est des dépôts quaternaires des environs de Moscou, des monographies originelles n'ayant pas paru dans le courant des dernières années, il n'y a guère qu'une revue des données, publiée dans les travaux du „Congrès Internat. d'Archéologie et d'Antropologie, Session de Moscou, 1892", qui ait une valeur générale:

S. Nikitin, Sur la constitution des dépôts quaternaires en Russie et leurs relations aux travaux résultant de l'activité de l'homme préhistorique.

Quelques notes sur les dépôts quaternaires des environs de Moscou, publiées après 1890, communiquent soit des détails peu importants, soit des faits trop peu étudiés ne présentant que des idées provisoires.

La coupe générale des environs de Moscou, dont les éléments ont été puisés dans la littérature citée, réclame quelques explications:

Le calcaire carbonifère des environs de Moscou est le représentant typique de la section moyenne de ce système en Russie ou de l'étage moscovien (C_2). Cet étage est très abondant en fossiles dont près de la moitié se retrouvent en formes identiques dans les assises inférieures du système carbonifère de l'Europe occidentale, tandis que les autres ont été rencontrés pour la première fois dans le moscovien. (Voir pour les détails la description des affleurements de Dorogomilowo, Miatchkowo, Podolsk).

Les assises de ce calcaire plus ou moins altérées et chimiquement modifiées et, dans la partie orientale du gouv. de Moscou, les calcaires encore plus altérés de la section supérieure du carbonifère (étage gshélien), supportent directement le callovien moyen (J_3^c). Les conglomérats de ce niveau contiennent assez souvent des fossiles plus ou moins usés du carbonifère, à côté d'Ammonites, de Bélemnites et d'autres formes spéciales au callovien moyen.

La succession des zones du jurassique de la Russie moyenne jusqu'au kimméridgien inclusivement est si parfaitement analogue à celle des zones jurassiennes de l'Europe occidentale, surtout du nord et de l'ouest de la France, qu'il est très difficile d'indiquer des divergences sérieuses, ni provinciales, ni zonales; on n'observe une certaine

différence que dans la faune des divers faciès en dépendance de la composition pétrographique des roches. (S. Nikitin. Ueber die Beziehungen zwischen der russischen und der westeuropäischen Jura. Neues Jahrb. Geol. 1886, Bd. II.—S. Nikitin. Excursions dans les musées et les terrains mésozoïques de l'Europe occidentale, Bul. Soc. Belge de Géol. 1889, t. III.—N. Neumayer und V. Uhlig. Erdgeschichte, II Auflage).

Le séquanien des environs de Moscou (J_3^s) ne peut pas être divisé en zones nettes, de sorte que l'oxfordien supérieur et le kimméridgien inférieur (zone à *Opp. tenuilobata*) y sont intimement liés paléontologiquement et pétrographiquement.

Le kimméridgien (J_3^k) est à peine marqué près de Moscou; on n'observe d'ailleurs aucune limite, ni pétrographique ni stratigraphique entre cet étage-ci et le volgien inférieur qui le surmonte. Il est probable que nous avons affaire ici à des argiles noires kimméridgiennes, dépourvues de fossiles, qui font le passage à des argiles semblables à la base du volgien. Plus loin vers l'est, dans la région de la Volga moyenne, le kimméridgien (le kimméridgien moyen) à *Hoplites eudoxus* et *Aspidoceras acanticum* passe directement au volgien inférieur.

Dans la question sur l'âge et la position du volgien inférieur et du supérieur et, surtout, sur le parallélisme de ses divers horizons avec les formations correspondantes de l'Europe occidentale, les géologues russes ne sont pas encore d'accord. L'auteur de cette revue, à qui revient la dénomination de l'étage volgien et par conséquence la détermination de ses limites, soutient le point de vue suivant: Sous le nom de volgien on doit comprendre la totalité des dépôts qui, dans la Russie du centre et du nord, se trouvent entre les couches du kimméridgien à *Hoplites eudoxus* et celles du néocomien moyen (la partie inférieure du néocomien supérieur) [1]) à *Olcostephanus versicolor*. Ces deux niveaux qui font la base et le toit du volgien, ne s'observent nettement qu'en certains points de la Volga moyenne. L'absence de quelques-uns des horizons du volgien, tantôt des inférieurs, tantôt des supérieurs, qu'on remarque en beaucoup d'endroits de la Russie, trouve son explication dans une des raisons suivantes: ou bien à tel point donné le dépôt de certains niveaux n'a pas eu lieu, ou les niveaux, absents aujourd'hui, ont existé, mais ont été remaniés et érodés dans la suite; ou bien encore, et cela arrive le plus souvent, tel niveau ne peut être distingué, étant faiblement développé et sans fossiles. Le kimméridgien de Moscou est dans le dernier cas; le manque du néocomien moyen à *Olcost. versicolor* et de l'horizon le plus élevé de l'étage volgien supérieur à *Olcost. polyptychus* s'explique par les deux premières raisons. Ces deux zones sont parfaitement développées sur la Volga et au nord de la Russie, alors que le niveau à *Hoplites rjasanensis* n'apparaît à Moscou, comme le kimméridgien, qu'en vestiges à peine perceptibles.

---

[1]) Etage hauterivien.

Pour ce qui est de la faune renfermée depuis la base du volgien jusqu'à la zone à *Olcost. polyptychus* inclusivement, elle se distingue par une rare constance de son type général qui a très peu de commun avec le type de la faune du kimméridgien et du néocomien. Les fossiles dominants sont les *pelecypodes* et les *gasteropodes*; la plupart de leurs espèces se trouvent en formes identiques à tous les niveaux des dépôts volgiens sans en excepter l'horizon à *Olcost. polyptychus*. Les plus remarquables sont les *Aucelles* dont les mêmes formes remplissent aussi bien l'étage volgien inférieur que le haut de l'étage supérieur (horizon à *Hoplites rjasanensis*). Les *Cephalopodes* offrent deux types très distincts d'Ammonites et de Bélemnites qui permettent de reconnaître facilement les étages inférieur et supérieur du volgien. Dans l'inférieur prédominent *Perisphinctes* des groupes *virgati, Nikitini* etc., *Belemnites absolutus;* dans le supérieur: *Olcostephanus* des groupes *subditus* et *polyptychus, Oxynoticeras* du groupe *catenulatum, Belemnites russiensis-lateralis,* remplissant en formes analogues ou à peine nuancées toutes les assises du volgien supérieur, l'horizon à *Olcost. polyptychus* y compris. Parfois, principalement au niveau à *Hoplites rjasanensis,* viennent s'y ajouter des *Hoplites* étrangers, paraissant appartenir au type méridional.

Précisant le volgien comme remplaçant les horizons supérieurs du jurassien et les inférieurs du néocomien, S. Nikitin juge prématuré, vu l'état actuel des connaissances géologiques, de paralléliser les divers niveaux du volgien avec ceux des assises de l'Europe occidentale; d'un côté la faune des différences zones du volgien n'est encore ni décrite ni suffisamment étudiée, d'un autre côté bien des détails relatifs aux dépôts correspondants de l'Europe occidentale sont jusqu'à présent inconnus, ou insuffisamment éclaircis. La parallélisation des zones du volgien, fondée uniquement sur l'étude partielle de quelques-uns des fossiles qu'elles contiennent, conduirait nécessairement à des résultats illusoires, d'autant plus que l'exactitude des définitions paléontologiques en usage laisse souvent beaucoup à désirer. Aussi les tableaux de corrélations ne doivent-ils être regardés que comme essais provisoires, susceptibles à toutes les modifications que de nouvelles découvertes pourront leur faire subir.

La précision de l'âge des dépôts volgiens a été beaucoup facilitée par les découvertes récentes de M-rs Nikitin[1]) et Pavlov[2]) dans les assises inférieures du portlandien de l'Angleterre et de la France septentrionale, de quelques formes d'*Ammonites* et de *Bélemnites*, analogues à celles qu'on trouve dans la partie inférieure de l'étage volgien, et, d'un autre côté, par la découverte de plusieurs formes d'*Ammonites*, de *Bélemnites*, d'*Aucelles* etc. du volgien supérieur, dans le Hils allemand, dans les horizons inférieurs du néocomien et quelques horizons stratigraphiquement peu déterminés, séparant en Angleterre le

[1]) Excursions dans les musées etc.
[2]) Etudes sur les couches jurassiques etc.—Argiles de Speeton etc.

portlandien du néocomien moyen. Mais un des faits les plus précieux pour la détermination de l'âge des assises volgiennes, fait signalé par S. Nikitin et étudié par M-r Bogoslovsky dans le travail qu'il vient de publier, est la présence dans l'horizon à *Hoplites rjasanensis* de toute une série d'*Ammonites* très proches, quoique non tout à fait identiques, à celles du tithonique le plus supérieur et du berriasien (zone à Hoplites Boissieri).

S. Nikitin est de l'opinion que l'ensemble des dépôts volgiens présente un type paléontologique et géologique spécial (type du nord), qui n'entre ni dans la classification, ni dans la terminologie acceptées dans l'Europe occidentale. Des traces du volgien se retrouvent en Angleterre, mais là, comme en Russie, elles attendent une étude paléontologique approfondie qui, certainement, ne se contentera pas de la connaissance des Ammonites et des Bélemnites.

M-r Bogoslovsky à qui appartient la définition stratigraphique de l'horizon très instructif à *Hoplites rjasanensis* et l'étude de sa faune, est du même avis que nous sur l'âge respectif des dépôts volgiens, leur indépendance originale et le rapport qu'ils offrent avec les formations de l'Europe occidentale; toutefois il propose de terminer le volgien supérieur par l'horizon à *Olcost. nodiger* qui serait en même temps le dernier niveau du jurassien, de mettre provisoirement l'horizon à *Hopl. rjasanensis* à la base du néocomien et de considérer le niveau à *Olc. polyptychus* et *Olc. hoplitoïdes* comme principale assise inférieure du néocomien. (La divergence avec notre point de vue, on le voit, n'est que formelle).

M-r Pavlov, tout en étant d'accord que les sédiments du volgien inférieur reposent constamment sur le kimméridgien à *Hoplites eudoxus*, a cependant, jusqu'à ces derniers temps, classé la totalité des dépôts volgiens dont nous avons parlé plus haut, dans le système jurassique, auquel il rattachait aussi une partie du néocomien de l'Europe occidentale (Berrias, Hils conglomerat etc.), en supposant l'existence en Russie d'une lacune entre la limite du volgien supérieur et le néocomien moyen à *Olc. versicolor*. M-r Pavlov conteste l'existence d'une faune spéciale à l'ensemble des dépôts volgiens dont il n'accepte pas même le nom; se fondant sur ses propres observations comparatives, faites dans la Russie centrale et en Angleterre, il se prononce catégoriquement pour la correspondance des diverses zones des assises volgiennes aux zones respectives de l'Europe occidentale. Cependant la classification, la subdivision et la parallélisation des zones sont différentes dans chacun des travaux de cet auteur. Son point de vue s'est particulièrement modifié dans son dernier article [1]). D'après cette dernière variante une partie des dépôts du volgien supérieur, notamment

---

[1]) Quarterly Journ. Geolog. Soc. London, 1896, № 3. La coupe générale, proposée maintenant par M-r Pavlov, pour les dépôts mésozoïques de la Russie centrale ainsi que son tableau de corrélation se trouvent dans son guide de l'excursion le long de la Volga.

le niveau supérieur de la zone à Hoplites rjasanensis et la zone à Olc. polyptychus, ne se rapporterait non au jurassique, mais au néocomien inférieur du système crétacé; la lacune entre le volgien supérieur et le néocomien moyen à *Olc. versicolor* ne serait pas générale, mais seulement locale (comme nous l'avons signalé depuis bien longtemps); les couches du volgien supérieur formeraient une seule zone, celles de l'inférieur en formeraient trois etc.

Le néocomien moyen à faune marine de la région de la Volga moyenne (horizon à *Olc. versicolor*), développé à travers toute la Russie de l'est, depuis la Crimée et le Caucase jusqu'à la région de la Petchora, n'a pas été trouvé dans les environs de Moscou: il y est remplacé par des sables à flore du crétacé inférieur (très voisine de la flore du Wealdien).

Le néocomien supérieur à faune marine, dont l'affleurement le plus proche s'observe à 150 klm. à l'est de Moscou, n'a jusqu'à présent été trouvé plus près de la ville qu'à un seul endroit. Comme le néocomien moyen, il est en sa plus grande partie remplacé par des sables qui représentent peut-être des horizons encore plus élevés.

Après des lacunes considérables viennent les dépôts postteriaires ou quaternaires, que nous divisons en dépôts pléistocènes (Q_1) et modernes (Q_2). Comme le montre la coupe générale, la contrée était occupée, durant la première moitié du pléistocène, par un glacier qui y a laissé la moraine profonde Q_1^1b. Cette moraine repose très souvent, mais non partout, sur les sables à blocs erratiques inférieurs statifiés Q_1^1a. Au-dessous on observe çà et là des sédiments typiques d'eau douce, avec débris végétaux qui pourraient bien avoir commencé à se déposer déjà à la fin de la période tertiaire. Quant à quelques autres dépôts d'eau douce que la plupart des géologues avaient placés autrefois à la base du quaternaires, les opinions sont aujourd'hui doubles. En tout cas, il est hors de doute qu'aux environs de Moscou et dans toute la Russie centrale il n'existe qu'un seul étage morainique à blocaux et que, les traces de glaciations répétées ou de grandes oscillations du glacier y faisant absolument défaut, il ne peut être question de dépôts interglaciaires. Nombre de preuves directes et indirectes montrent que les dépôts morainiques y datent de la première moitié du pléistocène et de l'époque de la première ou la grande glaciation de la Scandinavie et de l'Allemagne (d'après la terminologie de Torell, Penck, Berendt etc.).

La seconde moitié du pléistocène se caractérise par la formation, dès la retraite du glacier, des sables à blocs erratiques supérieurs non statifiés (Q_1^2c), produits par l'éluvion et le délavage. D'autres sédiments stratifiés, sableux ou argileux, formés aux dépens de la moraine éluvionnée, se sont déposés en même temps dans les larges vallées fluviales et les dépressions; là où la moraine a été entièrement emportée, les sables stratifiés supérieurs (Q_1^2a) se mélangent avec les sables inférieurs (Q_1^1a) en un ensemble de sédiments sableux qu'il est impossible de séparer. Bien plus rarement apparaissent dans les environs de Moscou des dépôts lœssiformes de même origine, adossés à différents ni-

veaux contre les péntes élevées; habituellement ce sont des sédiments de nature poussiéreuse non stratifiés ou à peine schisteux, qui offrent la structure, la composition et les autres qualités du lœss. Au même étage se rapportent dans la Russie moyenne les principaux dépôts d'eau douce, fluviatiles (en terrasses) ou lacustres (β), avec mammouths, rhinocéros et abondants restes de forêts à feuilles caduques.

Les sédiments quaternaires modernes (Q_2) offrent dans toute cette région deux types distincts: tantôt ce sont des alluvions fluviatiles, tantôt des alluvions lacustres ou des alluvions de ravins et de pentes peu inclinées. Vers le haut des pentes et sur les espaces plus ou moins élevés et plats, les alluvions passent graduellement, par l'intermédiaire de dépôts de ruissellement, aux divers produits d'éluvion. Sur ces plateaux on observe souvent des tourbières et une formation spéciale, très répandue dans la zone forestière (en dehors de la limite du tchernozem) de la Russie du nord et du centre, connue en Russie sous le nom de „podsol". Le podsol est une substance finement pulvérisée, farineuse à l'état sec, qui, mouillée, prend l'aspect et les propriétés d'une argile faiblement plastique. Le podsol est de la silice presque pure (jusqu'à 88%), pulvérulente et faiblement mélangée d'argile, très pauvre en zéolites et en calcaire, mais parfois assez riche en FeO et MgO. La réaction est acide; la substance organique accuse le plus souvent l'acide crenique (Krensäure) et ses composés. Le podsol doit son origine à la décomposition organique du sol dans un milieu acide et humide. Il pénètre le sol et s'assemble en lit plus ou moins épais entre le sous-sol et le sol proprement dit. Là où le sous-sol est sableux, le podsol est parfois accompagné de l'ortstein (alios).

Worobiewy gory (Montagnes des Moineaux).

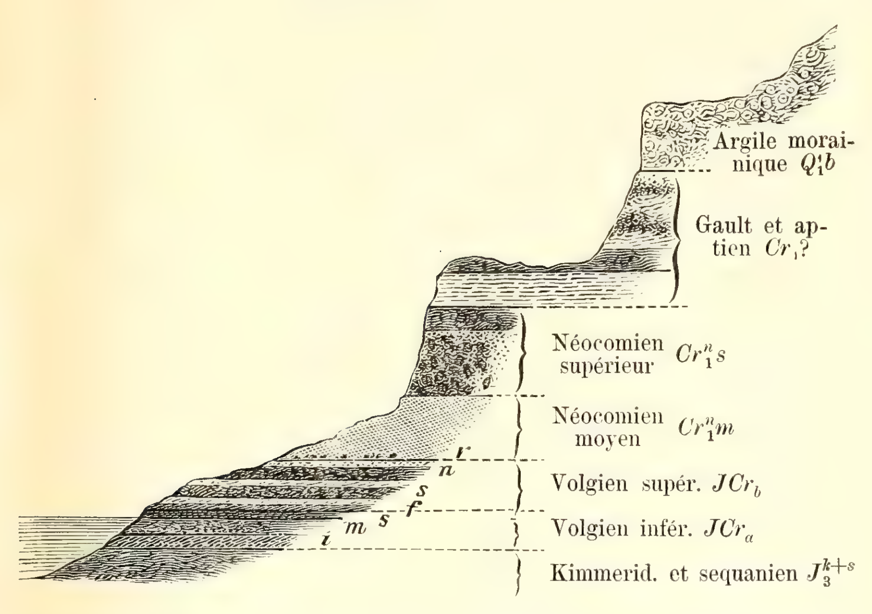
Les Montagnes de Worobiewo, aussi célèbres dans l'histoire naturelle que dans l'histoire politique, sont situées au-delà de la limite sud-occidentale de Moscou. En réalité toutes ces „montagnes" ne forment qu'une seule colline, élevée en bord escarpé jusqu'à 90 m. au-dessus de la rivière Moskwa (206 m. au-dessus du niveau de la mer). Sur une longueur considérable la rivière a creusé le versant nord-est de cette colline en forme de fer à cheval. Du côté sud la colline s'élève peu à peu en un plateau, coupé par de profonds ravins, qui atteint 235 mt. d'altitude.

On y arrive soit par le tramway qui traverse le quartier Zamoskworétchié en passant devant le Jardin Impérial et le Palais d'été Niéskoutchnoïé, soit par un des petits bâteaux à vapeur qui partent du Kremlin, soit enfin par le train qui traverse le Diévitchié Polié. Du belvédère du restaurant au sommet de la colline une vue splendide s'ouvre sur la ville et ses faubourgs, le Kremlin au centre, le Diévitchié Polié au premier plan, et plus loin, au nord-est, sur la vaste et sinueuse vallée de la Moskwa. La continuation de la vallée vers l'est est cachée par l'aile orientale des montagnes. La superposition alter-

nante de dépôts argileux et sableux, une puissante nappe aquifère sur les argiles en bas, enfin le creusement annuel de la base par la crue du printemps, sont cause que le flanc escarpé de la colline, en forme de fer à cheval, présente une série de terrasses d'éboulement, actuellement couvertes de forêts.

A cause de leur hauteur les Worobiewy gory ont conservé, mieux que n'importe où aux environs de Moscou, la série des dépôts mésozoïques qui séparent le jurassien du crétacé.

Coupe de Worobiowo.



Cette coupe idéale ne se voit nulle part en entier le long de la Moskwa. La série supérieure des couches se fait le mieux observer au grand ravin qui, à partir du bout oriental du village, descend vers la rivière en faisant avec celle-ci un angle droit. Malheureusement le ravin coupe du haut en bas les éboulements échelonnés, de sorte que les dépôts ne se présentent point dans leur position primitive et que les couches inférieures de la coupe, depuis le néocomien moyen jusqu'au pied de l'escarpement, restent cachées. Au commencement de l'été, pendant la baisse des eaux, on aperçoit dans la berge et aux endroits secs du lit de la rivière plusieurs niveaux des dépôts volgiens et jurassiens, le séquanien à *Cardioceras alternans* y compris; mais dans la seconde moitié de l'été la digue de la ville fait remonter l'eau et ces horizons redeviennent invisibles. En aval, près de l'hospice Andréevskaïa, l'eau couvre également le bas d'un très bel affleu-

rement de trois horizons du volgien supérieur qui renferment une rare abondance de fossiles bien conservés. Quand l'eau est basse, le lit est pour ainsi dire pavé de concrétions phosphatiques du volgien inférieur.

Environs du cimetière de Dorogomilowo.

En traversant la Moskwa au centre de la ville, nous entrons dans le faubourg de l'ouest, appelé Dorogomilowo. Si l'on y dépasse l'ancienne barrière de la ville et qu'on tourne à droite, on arrive, sur la rive droite, entre le cimetière et le pont du chemin de fer de Smolensk, à un affleurement des couches inférieures des dépôts jurassiques et à d'anciennes carrières qui exploitent le calcaire carbonifère. Nous avons donc là les niveaux de la coupe, qui à Worobiowo n'affleurent pas ou sont couverts par l'eau. Lorsque les carrières sont en action, on peut voir les parois verticales artificielles de l'étage volgien inférieur JCr_a, du séquanien J_3^s, de l'oxfordien J_3^0, chacun avec ses fossiles caractéristiques. L'oxfordien présente des concrétions argileuses, parfois siliceuses et marneuses, à *Cardioc. cordatum.* Le callovien sous-jacent y est dépourvu de fossiles. Le calcaire carbonifère à la base plonge dans l'eau; on en retire des dalles contenant fréquemment une abondante faune de la zone à *Product. longispinus, Productus punctatus, Spirifer lineatus, Enteletes Lamarcki.* Un des horizons inférieurs du calcaire est riche en *Fusulina cylindrica,* en *Crinoides, Archaeocidaris rossica* etc. Vers le haut l'assise du calcaire carbonifère est parfois intercalée de marnes et d'argiles rougeâtres ou verdâtres, considérées autrefois comme restes des dépôts permiens (Trautschold). Cette argile renferme les fossiles du même carbonifère moscovien. Dans les sondages exécutés dans la ville, elle se montre distinctement recouverte de calcaires contenant exactement la même faune.

En face, sur la rive gauche, un peu en aval du cimetière et dans la vallée même, plusieurs carrières exploitent des calcaires carbonifères identiques à ceux de la rive droite. La coquille caractéristique des horizons plus inférieurs de l'étage moscovien, *Spir. mosquensis,* ne s'y rencontre pas encore.

Mniovniki.

Un vaste champ qui sert de camp militaire, s'étend à l'ouest et au nord-ouest de la ville entre la Moskwa, la ligne du chemin de fer de Smolensk et la chaussée de Pétersbourg. Ce champ, appelé Khodynskoïé polié, est traversé par le petit ruisseau Khodynka. Tout cet espace est couvert des sables à blocaux inférieurs (Q_1^1a) abondant par endroits en blocaux et galets erratiques. Le côté nord-est est bordé par une bande continue d'argile morainique, dont on ne trouve que des lambeaux au milieu du champ. Il est hors de doute qu'à l'époque de la retraite du

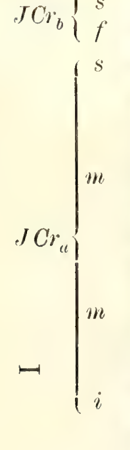
glacier cette argile, exposée à un fort délavage et à l'erosion, fut remplacée par les dépôts de sable stratifié (Q_1^2a) réunis en un tout avec les sables inférieurs (Q_1^1a) qui dans les coupes s'enfouissent sous l'argile morainique. Par endroits, p. ex. sur la rive gauche de la Moskwa, entre le village Chélépikha et le confluent de la Khodynka, ces sables offrent de fortes accumulations de blocs erratiques. Parfois on y observe, surtout vers le bas, des couches sous-jacentes d'argile stratifiée et de marne. Des traces de dépôts lacustres et fluviatiles locaux s'observent çà et là à des niveaux bien plus élevés que les eaux du printemps n'en atteignent aujourd'hui.

Dans les bords creusées de la Moskwa apparaissent, tantôt sur l'une, tantôt sur l'autre rive, de très beaux affleurements du volgien et en partie du séquanien. Les horizons supérieurs de ces affleurements jusqu'à celui à *Olcost. nodiger* inclusivement (JCr_b^n) étaient détruits, sur une partie considérable du terrain, avant l'époque et à l'époque même du dépôt des sables quaternaires inférieurs. Le creusement continuel de la rive et l'abondance de sources dans la partie supérieure de l'étage volgien inférieur (JCr_a^s) ne cessent d'anéantir les beaux affleurements d'autrefois, tout en y mettant à nu de nouveaux. Ainsi p. ex. les affleurements près du village Khorochowo, célèbres du temps de Rouiller et de Murchison, n'existent plus. Aujourd'hui la meilleure coupe s'observe entre le confluent de la Khodynka et le village Mniovniki au débouché du grand ravin Stoudiony. Au lieu d'une description nous en donnons la coupe (p. 14).

Ajoutons qu'outre une grande netteté de tous les horizons, l'étage volgien inférieur, avec ses deux couches de concrétions phosphatiques, offre ici une rare richesse paléontologique et que les mêmes ammonites du groupe *virgati* se trouvent indistinctement et en quantité égale dans les concrétions phosphatiques les plus inférieures et dans les argiles supérieures (JCr_a^s). La coupe se termine en bas par de l'argile qui se continue jusqu'au séquanien (J_3^s). Cette argile, souvent glauconieuse vers le haut, passe insensiblement au sable glauconieux argileux du volgien inférieur qui la surmonte. Les fossiles caractéristiques séquaniens ne se rencontrent qu'à un mètre de distance de la couche inférieure des concrétions phosphatiques que l'on considère ordinairement comme base de l'étage volgien.

Tatarowo-Troïtzkoïé.

La route de Troïtzkoïé se dirige de Mniovniki vers le village Khorochowo, situé au sommet d'un grand escarpement à pente rapide, qui forme la rive gauche de la Moskwa. Nous avons déjà dit qu'actuellement les affleurements près de ce village sont cachés sous des éboulements et des fragments de roches. Cependant on y voit çà et là affleurer quelques parties de la coupe de Mniovniki que nous venons d'examiner. Ces affleurements sont en partie couverts des sables des niveaux supérieurs de l'étage volgien supérieur, en partie d'argile morainique.



Coupe générale de Mniovniki.

14

A un kilomètre environ en amont du pont de Tatarowo, où la route traverse la rivière, on arrive, sur la rive droite, à une autre série d'affleurements du volgien, malheureusement à moitié cachés sous les éboulis de la puissante assise des sables à blocaux inférieurs. La succession des couches se laisse observer presque aussi difficilement qu'à Khorochowo: plusieurs horizons sont extraordinairement riches en fossiles bien conservés, surtout celui des concrétions phosphatiques de l'étage volgien inférieur. Dans de nombreux ravins latéraux on peut voir en outre les traces des horizons paléontologiques plus supérieurs, développés à Worobiewo. Un des géologues amateurs a dernièrement signalé la présence en ce lieu de vestiges de la zone à *Hoplites rjasanensis*, mais sans donner ni la coupe ni la description exacte de l'endroit où il a fait sa découverte. Toutefois quelques-unes de ses indications font supposer que les Hoplites s'y trouvaient en position secondaire parmi les galets erratiques.

Les couches du volgien supérieur sont surmontées dans les coupes de la rive par une puissante assise des sables volgiens supérieurs qui constituent la plaine, en plusieurs points boisée, s'étendant vers les villages Yékatérinovka et Troïtzkoïé. Vers le sud, à un kilomètre à peu près de la rivière, se dressent des collines, dont la hauteur absolue atteint 200 m. Ces collines consistent en une argile morainique (Q_1^1b), de dessous laquelle émergent par endroits les sables inférieures (Q_1^1a), des sables blancs et des grès meuliers quartzeux. A juger d'après leur position et les restes de flore (celle du crétacé inférieur), ces grès doivent correspondre à la partie du néocomien, disposée au-dessus de la zone à Hoplites rjasanensis. Faute de données plus positives, leur âge ne peut être déterminé d'une manière plus exacte. (La question de leur position et de leur âge est examinée en détail dans notre livre: „Vestiges de la période crétacée").

En suivant la rivière dans la direction du village Troïtzkoïé on arrive à l'endroit où le prof. Rouiller a trouvé en 1844 le limon arénacé marneux lacustre qu'il a décrit pour la première fois. Dans ce limon a été trouvé un squelette presque entier de mammouth parmi les nombreux restes de la faune et de la flore forestière et marécageuse contemporaines, caractéristiques pour les parties plus méridionales de la Russie centrale. Ce dépôt lacustre, surmonté par des sables à galets, y a été trouvé recouvrant immédiatement les dépôts mésozoïques. Mr. Rouiller, et après lui une série d'investigateurs, lui a attribué l'âge tertiaire, ou, d'après le point de vue moderne, l'âge préglaciaire, tout en admettant l'existence du mammouth dans la Russie centrale non seulement à la seconde moitié du pléistocène, ce qui a été constaté dans plusieurs localités, mais aussi a l'époque préglaciaire. Il y a une vingtaine d'années, on pouvait encore voir l'affleurement des limons marneux à Troïtzkoïé dans le même état que Mr. Rouiller l'avait décrit. Malheureusement les conditions locales ont changé depuis: la rivière s'est rapprochée du profil de l'affleurement: le massif des limons, en glissant vers la rivière, a recouvert les alluvions caillouteuses et les

galets des roches cristallines du lit de la rivière, ce qui a à tel point disloqué et changé la suite des dépôts du profil, qu'on n'en voit aujourd'hui que des lambeaux. Un des jeunes investigateurs, Mr. Kristafowitch, a fait exécuter, il y a quelques années, des fouilles considérables dans cet affleurement. La découverte de galets cristallins au-dessous du limon marneux l'a engagé à publier une note [1]) dans laquelle il a proposé de considérer ces galets comme restes de la moraine de la première glaciation, les limons à mammouth comme couches interglaciaires, les sables qui les recouvrent et notre argile morainique comme dépôts de la seconde glaciation. L'article de Mr. Kristafowitch, bien qu'il fût en pleine contradiction avec les résultats des recherches des autres investigateurs russes, provoqua une certaine sensation parmi les géologues de l'étranger qui s'occupent du quaternaire. Depuis lors Mr. Kristafowitch a plusieurs fois changé d'avis sur la succession et les relations de ces dépôts. La dernière note aussi préliminaire que celles qu'il a publiées précédemment sur les dépôts quaternaires des environs de Moscou, montre que non seulement il n'y reconnaît plus la présence de dépôts de la seconde glaciation, mais qu'il rapporte aujourd'hui les limons de Troïtzkoïé aux formations postérieures à notre argile morainique.

Selon notre opinion, l'emplacement actuel des affleurements à Troïtzkoïé ne peut jouer de rôle décisif dans la question de l'âge du mammouth de la Russie centrale. En effet, les conditions locales sont telles que les sables inférieurs au gravier des roches cristallines sous le limon, ainsi que les sables supérieurs qui le recouvrent, occupent peut-être une position secondaire et que leur sédimentation peut n'avoir eu lieu à aucune des époques de la période glaciaire. S'il venait à être démontré que les sables inférieurs à galets cristallins avaient en effet, in situ, supporté l'assise des limons de Troïtzkoïé, ce qui est encore loin d'être prouvé, le mammouth de Moscou perdrait son intérêt original comme mammouth préglaciaire, et ne serait qu'un nouvel exemple de la position de cet animal, bien ordinaire dans la Russie centrale, parmi les dépôts de la seconde moitié du pléistocène, déposés après la retraite des glaciers.

---

[1]) Bull. Soc. Nat. Moscou. 1890, № 4.

II

DE MOSCOU A OUFA.

(Viâ Miatchkowo. Riazan, Penza, Syzran, Samara)

PAR

S. NIKITIN.

De Moscou à Kolomna sur l'Oka [1]).

Le chemin de fer de Riazan contourne la partie nord de la ville de Moscou et se dirige vers le sud-est parallèlement au cours de la Moskwa, en traversant plusieurs de ses affluents gauches peu considérables. La contrée est peu élevée et relativement plate; les faibles ondulations du sol sont des îlots de l'argile morainique qui, érodée et enlevée à présent sur la plus grande partie du terrain, le couvrait autrefois tout entier. La formation dominante est le sable à blocaux inférieur stratifié ($Q_1^i a$) intimement lié à sa surface avec les produits d'éluvion sableux, déposés après l'érosion de l'argile morainique. Par endroits ces formations sont remplacées par des marais à tourbières et les alluvions des petites rivières. Conformément à la composition du terrain, les sols à podsol présentent ici deux types distincts, l'un sous-argileux, l'autre sous-sableux, les deux d'un gris pâle. Le dernier type, qui prédomine, est toujours accompagné de forêts de pins (Pinus sylvestris), tandis que les terres sous-argileuses sont plutôt couvertes de bois de bouleaux, de trembles et de quelques autres arbres à feuillage caduc, alternant avec des champs labourés et des prés dans les vallées d'alluvion.

Presque jusqu'à la station Bykowa les petites tranchées du chemin de fer, les puits et les sondages permettent de voir, sous les sables à

[1]) La littérature géologique sur cette partie de la région est indiquée dans les trois mémoires de M-r Nikitin mentionnés plus haut.

blocaux, des sables stratifiés plus au moins purs et blancs, qui se rapportent déjà aux zones supérieures du volgien supérieur. Vers le sud et le sud-ouest de la station Lioubertzy on aperçoit du chemin de fer des collines boisées de plus de 180 m. d'altitude; sur l'une d'elles s'élève l'église du village Kotelniki, visible de très loin. De là ces collines forment sur une grande distance vers le sud la pente gauche de la vallée de la Moskwa. Leur surface, presque partout dépourvue de la couverture quaternaire, se compose de sables et de grès partiellement modifiés en quartzite. Les quartzites renferment les ammonites typiques de la zone à *Olcosteph. nodiger* et *Oxynot. subclypeiforme.* Par endroits les forêts sont couverts de blocs de quartzite, ce qui donne à cette contrée des environs de Moscou l'aspect étrange d'un pays montagneux.

Vers le sud, à dix kilomètres de la station Bykowa, est situé le village Miatchkowo, célèbre par la richesse en fossiles parfaitement conservés que l'on trouve dans la section moyenne du calcaire carbonifère, le *moscovien* typique.

Miatchkowo.

Bientôt après la station Bykowa la route entre dans un vaste élargissement de terrain alluvial lacustre de la vallée de la Moskwa, au moment de la jonction de cette rivière avec son affluent gauche, la Pekhorka. Cette vallée, avec ses lacs et les anciens lits de rivières, les uns déjà alluvionés, les autres commençant à disparaître, avec les nouveaux lits qui changent chaque année, est inondée tous les printemps sur une étendue de plusieurs kilomètres, pendant la fonte des neiges. En été elle offre à côté d'endroits marécageux des prairies splendides.

A partir du village Ostrovtzy la route s'élève sur le bord primitif de la vallée pour entrer, après un parcours de 4 kilomètres, dans le grand village Miatchkowo. Ce village s'étend sur une vaste colline de 150 m. de hauteur absolue, et sur les deux rives de la Moskwa. L'aspect de la vallée se distingue ici d'une manière bien tranchée de ce que nous avons vu depuis Bykowo. Les rives, tant de la Moskwa que de la Pakhra qui s'y réunit, sont très resserrées: la rive gauche est plus élevée que la droite. Il est évident que la rivière s'est frayé son passage à travers les roches dures des calcaires qu'on y exploite depuis le XV-e siècle. Jusqu'à présent ces carrières fournissent la plus grande partie de la chaux nécessaire aux besoins de Moscou.

Les carrières commencent le long de la rive gauche à un kilomètre en amont du village, s'étendent sous celui-ci et plus loin encore sur une étendue de presque 4 km. Malheureusement les meilleures coupes s'observaient autrefois dans les carrières en aval du village, aujourd'hui abandonnées dans la crainte d'un futur éboulement d'une partie du village. Actuellement on se contente d'exploiter presque exclusivement les carrières au-delà de l'extrémité supérieure du village,

où le terrain est beaucoup plus bas et où la partie supérieure des dépôts mésozoïques est plus ou moins détruite et emportée. Derrière l'extrémité inférieure du village on aperçoit en partie l'argile à blocaux et les sables à gravier qu'elle recouvre. Les sables s'amincissent peu à peu vers l'extrémité supérieure du village où les dépôts jurassiques sont directement recouverts par la couche végétale. Des restes des étages volgiens ne se sont conservés que sous la partie inférieure du village, mais ils sont aujourd'hui presque inaccessibles à l'observation du géologue. C'est pour cette raison que je n'ai pas pu y observer les représentants du volgien supérieur (JCr_b). Mr. Trautschold fait mention d'un sable argileux brunâtre qui se rapporte probablement à cet endroit-ci et qui renfermait *Aucella mosquensis* Keys., *Ammonites catenulatus* Fisch. De nos jours ces affleurements ne sont surmontés que par un sable argileux et glauconieux, noir ou vert, avec des concrétions de phosphate de chaux (JCr_a) noire ou verdâtre. J'y ai recueilli: *Perisphinctes miatschkowiensis* Wischn., *Perisph. virgatus* Buch, *Perisph. scythicus* Wischn., *Aucella Pallasi* Keys., *Lyonsia Alduini* d'Orb., *Lucina Fischeri* d'Orb., *Lima consobrina* d'Orb., *Ostrea plastica* Trd., *Rhynchonella Loxiae* Fisch., et quelques autres formes.

Plus bas vient une assise du plus haut intérêt, composée d'argiles grises et noires, stratifiées, avec intercalations d'un schiste argileux brun foncé, combustible, et par places d'abondantes concrétions marneuses. La série de ces couches correspond en général à l'oxfordien et au séquanien et atteint 8 à 10 m. d'épaisseur. Plusieurs années de suite j'ai étudié en détail chacun des horizons de cette localité classique. Le calcaire ne pouvant être exploité qu'après l'enlèvement des argiles jurassiques superposées, les coupes verticales très nettes de ces dernières se renouvelaient chaque année sur une grande étendue, de sorte que j'ai pu y récolter une riche collection paléontologique. L'étude de la fréquence et de la succession des fossiles dans les diverses couches de l'assise m'a conduit à la conclusion très importante pour l'histoire de l'époque jurassique dans la Russie centrale, qu'il existe une liaison intime entre les couches à *Cardioceras cordatum* et celles à *Card. alternans*, liaison résultant non-seulement de la continuation de la plupart des conchifères et gastropodes d'une couche à l'autre, mais aussi du changement graduel et du passage de quelques formes d'ammonites à d'autres.

Les dépôts jurassiques présentent ici à la base une marne brune ou d'un brun gris, et une marne argileuse, avec grains d'oolithe ferrugineux. Actuellement cette formation s'observe le mieux dans les carrières en amont du village. Là elle n'a guère plus de 0,5 m. de puissance et repose directement sur un conglomérat composé de blocaux de calcaire carbonifère roulés, plus ou moins silicifiés et cimentés par une argile marneuse et ferrugineuse. Dans les carrières, à un niveau plus bas, la marne devient plus argileuse et partiellement plus sableuse; en même temps elle renferme moins de grains d'oolithe ferrugineux et perd presque tout à fait sa faune callovienne caractéristique. Grâce

à mes propres fouilles, j'ai réussi à y ramasser une faune relativement très riche, nettement distincte de celle des argiles superposées. Cette faune prouve que, malgré la faible épaisseur du dépôt, nous avons devant nous les représentants des horizons moyen et supérieur du callovien: *Stephanoceras coronatum* Brug., *Perisphinctes mosquensis* Fisch., *Perisph. scopinensis* Neum., *Cosmoceras Duncani* Sow., *Cosm. ornatum* Schloth., *Cosm. Gulielmi* Sow., *Peltoceras* sp., *Belemnites Puzosi* d'Orb., *Belemn. Beaumonti* d'Orb.; des gastéropodes assez nombreux, pas encore décrits: *Ostrea semideltoidea* Lah., *Lima mosquensis* Nik., *Lima strigillata* Laube, *Avicula inaequivalvis* Sow., *Pseudomonotis subechinata* Lah., *Exogyra spiralis* Trd., (Goldf.), et une série de conchifères non décrits; *Rhynchonella Orbignyana* Opp., *Rhynch. postacutiscosta* Nik., *Rhynch. varians arcuata* Quenst., *Rhynch. personata* Buch., *Terebratella pseudotrigonella* Trd., *Waldheimia Trautscholdi* Neum., *Acrochordocrinus insignis* Trd.

Dans l'assise du calcaire carbonifère (C_2) sous-jacent on peut admettre la succession des couches suivantes:

Calcaire blanc verdâtre, se divisant en menus fragments—0,3 m.

Calcaire verdâtre compact, argileux—0,7 m.

Calcaire jaune dolomitique à cassure conchoïdale et dolomie pure qui renferment une grande quantité de dents de poissons et très peu de coquilles. A l'état frais la pierre est très compacte et dure, mais après moins d'un an d'exposition à l'air elle se désagrège complètement en menus fragments. Les cavités contiennent beaucoup de cristaux de calcite et de dolomie; dans les fissures on trouve souvent de belles dendrites ramifiées. La puissance de la couche est de—2,5 à 3 m.

Calcaire grisâtre compact, à cassure grossière, irrégulière—1,5 à 2 m.

Calcaire blanc, tendre, compact, à cassure granulitique, clivable en dalles (pierre à socles de Miatchkowo), plus compact dans les couches inférieures—2 à 3 m.

Calcaire à fusulines, composé en entier de débris de foraminifères et de crinoïdes—1 m.

Calcaire blanc-jaunâtre, compact, dur, à cassure inégale, finement granulaire—$1^1/_2$ à 2 m.

Calcaire blanc salissant.

Toutes ces assises sont séparées l'une de l'autre par de minces lits de marne argileuse et d'argile verdâtre ou violacée. L'argile contient du mica blanc.

Le calcaire jaune dolomitique qui, d'après les analyses faites, contient 52,95% de carbonate de chaux et 40,88% de carbonate de magnésie, doit être regardé comme une véritable dolomie. Les coquilles y font presque totalement défaut. Je n'y ai pu trouver que des empreintes de *Productus cf. lineatus* Waag. et de *Prod. semireticulatus*. Par contre, ce calcaire est riche en dents et en plaques osseuses de poissons:

Cladodus lamnoides N. et W., *Clad. lamnoides* Trd., *Cld. divergens* Trd., *Psamnodus augustus* Roman., *Psamn. augustus β specularis* Trd., *Deltodus laminaris* Trd., *Poecilodus concha* Trd., *Pocci. circinans* Trd., *Dactylodus concavus* Trd., *Polyrhizodus longus* Trd., *Solenodus crenulatus* Trd., *Ostinaspis Barboti* Roman., *Ostinaspis acuta* N. et W., *Ostin. coronata* Trd., *Psephodus minus* Trd. et quelques autres débris de poissons pas déterminés.

Les calcaires blancs tendres renferment souvent des concrétions siliceuses et des cavités tapissées de cristaux de quartz; quelquefois on y trouve aussi de la calcédoine grise.

Le calcaire blanc et les lits intercalés des marnes verdâtres et violacées mentionnées sont particulièrement fossilifères. Cependant le fait que l'étage moscovien du calcaire fournit ici une richesse de formes plus grande que n'importe où dans la Russie centrale, ne semble pas tant résulter de l'abondance en fossiles effectivement très grande, que surtout des recherches soignées faites en ce lieu et de la facilité avec laquelle des fossiles bien conservés se laissent recueillir dans ces roches friables. De là mes collections contiennent:

Dents et plaques osseuses de poissons:

Cladodus lamnoides Trd., *Clad. montifer* N. et W., *Clad. lamnoides* N. et W., *Clad. divergens* Trd., *Psamnodus augustus* Roman., *Psamnodus augustus β specularis* Trd., *Psamnodus augustus γ cubicus* Trd., *Poecilodus concha* Trd., *Poecilodus limbatus* Trd., *Poecil. circinans* Trd., *Orodus cinctus* Ag., *Orodus inaequilaterus* Trd., *Helodus mons-canus* Trd., *Solenodus crenulatus* Trd., *Psephodus minus* Trd., *Deltodus laminaris* Trd., *Dactylodus concavus* Trd., *Polyrhizodus longus* Trd., *Petalodus destructor* N. et W., *Cymatodus plicatulus* Trd., *Tomodus argutus* Trd., *Ostinaspis Barboti* Roman.. *Ostin. acuta* N. et W., *Ostin. coronata* Trd., *Ostin. simplicissima* Trd. Plusieurs formes d'ichthyodorulites et d'autres débris de poissons imparfaitement déterminés.

Parmi les *crustacés* on rencontre deux formes de *Phillipsia*. Quelques-uns des lits de marne intermédiaires sont riches en *Ostracodes* non encore déterminés.

Cephalopodes: *Nautilus mosquensis* Tzwet., *Orthoceras compressiusculum* Eichw., *Orthoc. Polyphemus* Fisch.

Les *Gasteropodes*, *Heteropodes* et *Conchiferes* habituellement mal conservés se trouvent en moules indéterminables, sauf *Euomphalus pentangulatus* Sow., *Euomph. marginatus* Eichw., *Capulus parasiticus* Trd., *Capulus pumilus* Trd., *Belerophon costatus* Sow., *Macrochilus ampullaceus* Fisch., *Allorisma regulare* King., *Conocardium uralicum* Keys., *Anatina attenuata* M'Coy, *Anatina deltoidea* M'Coy. *Avicula evanescens* Trd.: de plus une série de formes se rencontrant en moules et se rapportant aux genres: *Bellerophon*. *Loxonema*, *Pleurotomaria*, *Chemnitzia*, *Nerita*, *Sanguinolites*, *Modiola*, *Aviculopecten*, *Solemya*.

Brachiopodes: *Productus Cora* d'Orb. (*Pr. riparius* Trd.), *Pro-*

ductus lineatus Waag., *Pr. semireticulatus* Mart., *Pr. longispinus* Sow., *Prod. punctatus* Mart. *Chonetes pseudovariolata* Nik., *Streptorhynchus crenistria* Phill., *Strept. senilis* Phill., *Enteletes Lamarcki* Fisch., *Meekella eximia* Vern., *Orthis Michelini* Lew. (*Orth. resupinata* Trd. non Mart.), *Spirifer mosquensis* Fisch., *Spirifer Strangwaysi* Vern., *Spir. incrassatus* Eichw., *Spir. lineatus* Mart., *Spir. fasciger* Keys., (*Spir. tegulatus* Trd.), *Spirigera ambigua* Sow.

Echinodermata: La première place, pour leur bel état de conservation, est occupée par les crinoïdes, qui se trouvent uniquement dans les couches intermédiaires de marne. Ma collection, réunie pendant nombre d'années que j'ai visité Miatchkowo, renferme de magnifiques spécimens de *Poteriocrinus multiplex* Trd., *Poteriocr. bijugus* Trd., *Hydriocrinus pusillus* Trd., *Cromyocrinus simplex* Trd,, *Cromyocr. geminatus* Trd., *Cromyocr. ornatus* Trd., *Phialocrinus patens* Trd., *Stemmatocrinus cernuus* Trd., *Forbesiocrinus incurvus* Trd., *Platicrinus* sp.?

Parmi les autres échinides c'est l'*Archaeocidaris rossica* qui domine par l'abondance de débris, le plus souvent des plaques disjointes et des épines. Je possède toutefois quelques testes écrasés et l'appareil dentaire de cet oursin. Ma collection contient les exemplaires uniques de *Lepidestes laevis* et *Calliastes mirus*, décrits par Trautschold.

Les *Bryozoaires* de ma collection sont: *Fenestella veneris* Fisch., *Fenest. bifurcata* Fisch., *Feness. angusta* Fisch., *Fenestella elegantissima* Eichw., *Fenest. virgosa* Eichw., *Polypora martis* Fisch., *Polyp. dendroides* M'Coy., *Ascopora nodosa* Fisch., *Archaeopora inaequabilis* Trd., *Fistulipora labiata* Keys.

Les *coraux*: *Bothrophyllum conicum* Fisch., *Petalaxis Portlocki* E. & H., *Petalaxis stylaxis* Trd., *Phillipsastrea Humboldti* Fisch., *Phillips. Freieslebeni* Fisch., *Aulopora macrostoma* Fisch., *Chaetetes radians* Fisch.

Quant aux *foraminifères*, ils font habituellement défaut dans les horizons dont nous parlons, ou bien ils sont si intimement alliés à la roche, qu'il est impossible de les définir d'une manière précise. Parfois cependant on trouve dans les coupes du calcaire *Fusulina cylindrica* et dans les marnes des exemplaires de *Cribrostomum patulum* Brad., associés à des ostracodes.

Pour le *calcaire blanc* les formes les plus caractéristiques paraissent être: *Spirifer mosquensis*, *Spirifer Strangwaysi*, *Productus semireticulatus*, *Enteletes Lamarcki*, *Bellerophon* sp., *Spirigera ambigua*, *Bothrophyllum conicum*, *Chaetetes radians*, *Psamnodus angustus*, *Poecilodus concha*, *Poec. laminaris*, *Ostinaspis Barboti*.

Pour les *argiles* et les *marnes*: *Cromyocrinus simplex*, *Poteriocrinus multiplex*, *Archaeocidaris rossica*, *Fenestella veneris*, *Productus lineatus*, *Prod. semireticulatus*, *Prod. longispinus*, *Chonetes pseudovariolata*, *Orthis crenistria*, *Euomphalus marginatus*.

Le calcaire à fusulines m'a fourni la faune suivante:

Cladolus montifer N. & W., *Psamnodus angustus* Roman., *Psamnodus angustus B. specularis* Trd., *Psephodus minus* Trd., *Tomodus argutus* Trd., *Poecilodus concha* Trd., *Ostinaspis Barboti* Roman. et quelques restes de poissons qui sont encore à déterminer. *Phillipsia* sp.? et d'abondantes *Ostracodes*. *Nautilus acanthicus* Tzwet., *Naut. dorsoarmatus* Abich., *Naut. mosquensis* Tzwet., *Naut. Rouilleri* Kon., *Naut. bilobatus* Sow., *Naut. chesterensis* M. & W., *Orthoceras laterale* Phill., *Orth. compessiusculum* Eichw.

Des *Gasteropodes*, *Conchiferes*, *Heteropodes* si mal conservés que le genre seulement peut être reconnu et encore, le plus souvent, d'une manière douteuse: *Dentalium*, *Euomphalus*, *Bellerophon*, *Pleurotomaria*, *Murchisonia*, *Chemnitzia*, *Loxonema*, *Aviculopecten*, *Conocardium (uralicum?) Cardiomorpha (sulcata* Vern.?) *Arca*.

Productus semireticulatus Mart., *Prod. punctatus* Mart., *Meekella eximia* Vern., *Enteletes Lamarcki* Fisch., *Orthis Michelini* Sow., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Spirifer Strangwaysi* Vern. *Archaeocidaris rossica* Buch., *Fenestella bifurcata* Fisch., *Polypora papillata* M'Coy, *Coscilium sellaeforme* Trd., *Chaetetes radians* Fisch., *Chaet. Fischeri* Stuck., *Aulopora macrostoma* Fisch., *Siringopora parallela* Fisch., *Bothrophyllum conicum* Trd., *Axophyllum cavum* Trd., *Rossophyllum novum* Stuck.

Fusulina cylindrica Fisch., *Bradyina nautiliformis* Möll., *Endothyra crassa* Br., *Fusulinella sphaeroidea* Ehrb., *Fusulinella Bradyi* Möll., *Cribrostomum patulum* Br., *Cribr. Bradyi* Möll., *Tetrataxis conica* Ehrenb.

Comme l'indique le nom du calcaire, les foraminifères y prédominent, surtout *Fusulina cylindrica* Fisch.; puis vient *Bradyina nautiliformis*, et, partiellement, *Cribrostomum patulum* Br. A la formation du calcaire ont également pris part *Archaeocidaris rossica*, *Bothrophyllum conicum* et différents débris spécifiquement indéterminables de coraux, de bryozoaires et de brachiopodes.

Notons encore *Nummulina antiquior* Rouill., forme très originale et intéressante, appartenant également au calcaire à fusulines, qui n'y a été observée que vers 1840. Depuis elle n'y a plus jamais été retrouvée.

Il résulte de ce que nous avons dit que le calcaire à fusulines ne diffère de l'assise superposée que par sa structure et par l'abondance de foraminifères. Le calcaire jaunâtre compact et le calcaire blanc tendre qui viennent en dessous sont très pauvres en débris paléontologiques et n'offrent point de formes spéciales. Ici aussi prédominent *Spirifer mosquensis*, *Productus semireticulatus*, *Enteletes Lamarki*, *Botrophyllum conicum*, *Archaeocidaris rossica* et des membres du tige de crinoïdes; bref, les formes caractéristiques de l'étage moscovien du calcaire carbonifère de la Russie centrale se trouvent à Miatchkowo sans intervalle du bas en haut de la coupe.

Sur la rive droite, plus basse, des carrières sont ouvertes entre les villages Tchintzowo et Nijné-Miatchkowo. Il se comprend de soi-

même que nous devons y voir des dépôts en tout parallèles à ceux de la rive gauche que nous venons de décrire. En effet, au sommet, nous y retrouvons l'argile à blocaux, en dessous le sable à blocaux inférieur, plus bas des restes plus ou moins intacts du jurassique, à la base le calcaire. Cependant il ne m'est jamais arrivé d'observer dans les carrières de bonnes coupes d'ensemble. Le jurassique y est presque totalement enlevé, ce qui était à prévoir, vu la position relativement basse de l'endroit et l'accumulation d'argile morainique.

De vastes carrières actuellement en exploitation s'étendent en face des carrières en aval de Miatchkowo à partir du confluent de la Pakhra jusqu'au village Tiajino et plus loin, sous celui-ci, sur plus d'un kilomètre.

A deux verstes environ en aval du village Tiajina on voit dans la vallée, large en ce point, une colline arrondie, connue sous le nom de „Borovskoï kourgan" et décrite dans le temps par Rouiller. Il est hors de doute que la base de ce monticule est constituée par le calcaire carbonifère, bien que la surface supérieure de celui-ci occupe là un niveau plus bas qu'ailleurs. Les couches de ce calcaire parfaitement horizontales à Miatchkowo et Tiajina ne laissant point présumer de plongement vers le nord-est, la cause de cet abaissement de niveau est à chercher dans l'érosion plus ou moins intensive de la surface du calcaire à une époque antérieure à la déposition des assises jurassiques superposées. Ces dernières, des argiles noires, sont visibles çà et là dans le ravin au pied du kourgan. La plus grande partie de la colline consiste en sables jaunes stratifiés, passant à des grès ferrugineux (JCr_b). Ce kourgan est le seul témoin de la dénudation des formations du volgien supérieur, conservées sur toute l'étendue entre Miatchkowo et Kotelniki. Les sables volgiens ont été érodés et emportés comme nous l'avons vu partout près de Miatchkowo, et le Borovskoï-kourgan luimême est entouré de part et d'autre des assises de l'argile à blocaux, couchées à un niveau relativement plus bas que la colline. Très probablement le kourgan n'a pu se conserver que grâce à une plus grande cimentation locale des grès qui le constituent.

Au-delà de Bykowo et plus loin, le pays offre le long du chemin de fer le même aspect extérieur, mais sous les dépôts sableux quaternaires on n'observe plus de formations volgiennes. Les puits et les coupes naturelles et artificielles laissent voir plusieurs horizons plus ou moins intacts de l'argile jurassique.

Près de la station Voskressensk la voie ferrée descend plus près de la rivière et entre dans la région du développement des calcaires et des marnes de l'étage moscovien, disposés immédiatement sous les sables inférieurs à blocaux, les dépôts jurassiques et volgiens restant plus loin vers l'est. Les calcaires de l'étage moscovien présentent de nombreux affleurements aux points où le chemin de fer traverse de petits cours d'eau. affluents de la Moskwa, la Moskwa et l'Oka près de Kolomna. Les environs de cette ville sont riches en coupes classiques

de l'étage moscovien, mais qui n'offrent rien d'autre que ce qu'on a vu à Miatchkowo. L'excursion y passe la nuit.

Gouvernement de Riazan.

Conformément au programme, l'excursion traversera la plus grande partie du gouvernement pendant la nuit. Géologiquement le gouvernement est assez bien étudié, bien qu'il n'en existe point de description générale. Les mémoires les plus complets et les plus récents sont:

pour les dépôts carbonifères: A. Struve. Die Schichtenfolge in den Carbon-Ablagerungen im südlichen Theil des Moskauer Kohlenbeckens. Mém. de l'Acad. des Sc. de St. Pétersbourg, 1886, t. 34, № 6, avec une carte.

pour le jurassique: Lahusen. Die Fauna der jurassischen Bildungen des Rjasanschen Gouv. Mém. du Comité géol. Vol. I, № 1, 1883.

pour les dépôts volgiens: S. Nikitin. Vestiges de la période crétacée dans la Russie centrale. 1888, Mém. du Com. Géol., Vol. V, № 2, avec une carte.—N. Bogoslovsky. Der Rjazan-Horizont und seine Fauna. Materialien zur Geologie Russlands, 1896, Bd. XVIII.

Les dépôts jurassiques présentent ici un développement complet du callovien et de l'oxfordien inférieur, avec le même type de faune que dans l'Europe centrale. Les dépôts volgiens sont intéressants par le développement des deux niveaux les plus supérieurs, la zone à *Hoplites rjasanensis* et la zone à *Olcosteph. hoplitoides.* Par la faune d'ammonites dans le premier de ces niveaux et par leur position stratigraphique (définie grâce aux travaux de Bogoslovsky) ces deux horizons portent le caractère du néocomien inférieur, tout en étant intimement liés à la série des dépôts volgiens par les autres fossiles qu'ils renferment. Il est intéressant aussi de remarquer que les horizons plus inférieurs du volgien et les parties supérieures des dépôts jurassiques disparaissent peu à peu du nord au sud, de manière que dans la partie centrale du gouvernement, le long de la rivière Pronia, l'horizon à *Hoplites rjasanensis* repose immédiatement sur l'oxfordien, et encore plus loin, vers le sud de la ville de Skopine, sur le callovien. Dans les calcaires carbonifères on observe également et dans la même direction la sortie successive à la surface d'abord des horizons les plus inférieurs de l'étage moscovien, puis des divers horizons des calcaires de la section inférieure à *Productus giganteus* (au sud de la riv. Pronia), enfin de l'étage houillifère inférieur (aux environs de Riajsk et de Skopine). Le type de toutes ces formations carbonifères et le remplacement successif des zones sont à peu près les mêmes que ceux qui seront montrés aux géologues participant après le Congrès aux excursions dans le gouv. de Toula. Les dépôts quaternaires offrent en général dans la partie nord du gouvernement le même caractère que

près de Moscou, mais dans les parties sud et sud-est. à partir de la riv. Pronia, ils changent peu à peu, quoique les dépôts à blocaux (argiles morainiques et sables) s'y retrouvent aussi; les blocaux provenant des roches cristallines et quartziteuses de la Finlande et de la région d'Olonetz se rencontrent parfois en accumulations considérables plus loin vers l'est, presque jusqu'à la ville de Penza. mais les dépôts qui les contiennent atteignent rarement un développement puissant. Le sous-sol est habituellement constitué par les formations de la seconde moitié du pléistocène et les dépôts plus récents des argiles loessiformes marneuses, par places du loess typique, plus souvent par des argiles brunes grossières, sableuses, faiblement stratifiées, dites „argiles des terrasses“ parce que plus loin, vers l'est de la Russie, elles forment les terrasses supérieures, plus anciennes, des vallées fluviales. Ces formations de puissance inégale, plus épaisses sur les pentes des vallées et des ravins. disparaissant sur les terrains qui font le partage des eaux, doivent être considérées comme dépôts de ruissèlement et d'alluvions pluviales combinés avec les dépôts éoliens. La prédominance tantôt des phénomènes éoliens, tantôt des phénomènes d'alluvion, a donné à ces dépôts une grande variété de composition et de structure, depuis le loess fin, pulvérulent, typique, jusqu'aux „argiles des terrasses grossièrement stratifiées.

Les dépôts quaternaires gardent ce caractère vers l'est jusqu'à la Volga, à la différence que dans les gouvernements de Riazan, de Tambov et dans la partie occidentale du gouv. de Penza, presque jusqu'à la ville de Penza, on observe toujours à la base des restes plus ou moins distincts de l'argile morainique et des sables à blocaux. A l'est de Penza les dépôts loessiformes et les formations argileuses et sableuses „des terrasses“ reposent directement sur les roches du paléogène, du crétacé et d'âge plus ancien.

Tous ces dépôts, argiles morainiques. argiles loessiformes et argiles des terrasses, sont recouverts, comme il est aujourd'hui positivement prouvé, de sols fertiles de couleur noirâtre, connus sous le nom collectif de tchernozem. Les sols à podsol du nord, gris clair ou brun clair, ne forment ici que des îlots et disparaissent entièrement vers l'est; les sols sableux apparaissent également en îlots, en dépendance des sous-sols sableux. Les investigateurs russes contemporains distinguent parmi les sols de couleur foncée deux groupes principaux: Le tchernozem proprement dit — terre d'un gris foncé, ou brun foncé, souvent presque noire, épaisse de 0,5 m. et davantage, riche en humus, chaux et zéolites, formée en place par l'alteration des divers dépôts superficiels, exposés aux différentes influences physico-chimiques dans les conditions données du climat, du relief, de la végétation herbeuse de la steppe et des animaux. La terre de forêt — aussi de couleur sombre noirâtre, souvent abondante en humus. mais d'une autre composition chimique, d'une autre structure et d'une origine différente; la quantité de zéolites que cette terre

renferme est moindre: entre les particules du sol on remarque toujours des efflorescences intérieures de silice pulvérulente. Les couches inférieures de ce sol offrent constamment une structure caractéristique granuleuse grossière, en noisettes. Ces particularités de composition et de structure proviennent de la formation du sol sous des bois à feuillage caduc. En outre il y a lieu d'admettre que le véritable tchernozem de la steppe, en se couvrant de forêts, se transforme peu à peu en terre forestière, alors que le contraire n'a pas été prouvé jusqu'à présent.

Sur tout le parcours entre la riv. Pronia dans le gouv. de Riazan et la Volga ces deux types de sols alternent constamment. La zone traversée par le chemin de fer, appelée région des forêts et des steppes, présentait jadis des bandes de terrain couvertes d'herbes de steppe, à côté de forêts à feuilles caduques. Il y a des raisons de croire que dans la lutte pour l'existence les forêts y prenaient naturellement peu à peu le dessus sur les steppes. Cependant, au commencement de ce siècle, encore de mémoire des vieillards, la plupart des steppes ont été remplacées par des champs cultivés. On commençait même à abattre et détruire les forêts, lorsqu'une nouvelle loi a dernièrement mis fin à la destruction des bois de la Russie du centre et du sud: aujourd'hui les forêts peuvent être coupées, mais il est défendu de convertir les espaces déboisés en terrains d'autre nature.

Le sol des vallées fluviatiles est de provenance alluviale ou marécageuse, celui des dunes et de leurs alentours est sablonneux, généralement couvert de forêts de pins.—Quant aux dépôts originaires anciens, entre Riazan et Riajsk, où le train arrivera le matin, ils n'offrent rien de remarquable. La contrée est plate ou faiblement ondulée, labourée ou boisée. Une plaine à tchernozem, avec bocages de chênes, de trembles, de bouleaux et de tilleuls, et parsemée de hameaux épars, s'étend au-delà de Riajsk. De là le train s'engage sur la grande voie ferrée qui va vers l'est, à Samara, à l'Oural et plus loin dans l'intérieur de la Sibérie. A la limite orientale du gouvernement de Riazan, la ligne du chemin de fer traverse quelques petites rivières coulant dans de larges vallées à bords bas.

Gouvernements de Tambow et de Penza.

La principale littérature géologique sur la bande de terrain limitrophe du chemin de fer est la suivante:

R. Pacht, Beiträge zur Kenntniss des russ. Reichs, Bd. XXI, 1858, avec une carte.

N. Koulibine. Description géologique du gouv. de Tambow, Mém. Soc. Imp. Minér. de St. Prb., 1866, Vol. I, avec une carte.

J. Sintzow, Mém. Com. Géol. 1888, Vol. VII, № 1, avec une carte.

S. Nikitin, Mém. Com. Géol. 1888, Vol. V, № 2, avec une carte.

N. Bogoslovsky, Materialien zur Geologie Russlands, Bd. XVII, 1895.

Les parties du gouv. de Tambov et l'ouest du gouv. de Penza, par où passe le chemin de fer, sont des moins intéressantes, tant pour le géologue que pour le simple touriste. Bientôt après Riajsk, encore dans les confins est du gouv. de Riazan, on voit apparaître, dans les coupes naturelles et les tranchées (p. ex. à la montée de la vallée de la riv. Verda), sous les formations quaternaires, des sables jaunes, blanchâtres, quelquefois d'un rouge vif. Plus loin vers l'est, après la ville de Marchansk, ces sables contiennent des concrétions phosphateuses avec fossiles accusant nettement l'âge cénomanien de ces dépôts. Des sondages ont montré qu'à la base ces sables passent à des argiles sablonneux noirs sans fossiles, dont l'âge est encore insuffisamment déterminé. Ces argiles reposent directement sur des argiles grises à faune callovienne, qui ont pour base le calcaire carbonifère de l'étage moscovien.

La voie ferrée traverse une série de petites rivières coulant dans de larges vallées couvertes de broussailles et d'arbres, transversalement à sa direction. A la montée de ces vallées on voit du loess. C'est le même aspect que présente la vallée de la rivière Tzna près de Marchansk. Sur la rive opposée de la rivière on voit s'étendre sur une distance considérable des espaces arénacés, en petites collines. Les sables sont en partie cénomaniens originaires, en partie ils s'élèvent en dunes fluviatiles de formation secondaire. Près de la station Viéjla on aperçoit une belle coupe de sables cénomaniens passant à la base en une argile bleue sableuse. Au-delà de la station Sosedka, au moment d'entrer dans le gouv. de Penza, la région devient plus élevée, plus pittoresque, profondément coupée par des rivières et des ravins. Quelques-uns des ravins, s'approfondissant chaque année sous l'influence des eaux de neige et de pluie et gâtant les champs, font l'objet des soins particuliers de notre agriculture. Dans les coupes naturelles on voit çà et là les sables cénomaniens recouverts d'un étage d'argiles siliceuses que le caractère des rares fosiles qu'ils renferment fait rapporter au turonien.

La nuit le train parcourt le reste du gouv. de Penza et le district de Kouznetsk du gouv. de Saratov, région d'un développement considérable du crétacé supérieur et de l'infratertiaire. Le train arrive au district de Syzran d'une constitution géologique très complexe et curieuse.

District de Syzran.

Principale littérature:

A. Pavlov. La presqu'île de Samara et les Jégouli, Mém. Com. Géol. Vol. II, № 5, 1887 [1]).

[1]) Cet ouvrage donne la littérature géologique plus ancienne et les preuves de l'existence d'une dislocation qui a soulevé les montagnes Jégouli. Chargé par le Comité Géologique, Mr. Pavlov a exploré de 1884 à 1887 le district de Syzran ainsi que tout le gouv. de Simbirsk.

S. Nikitin. Les dépôts jurassiques de Syzran et de Saratov. Bull. Com. Géol., 1888.
J. Sintzov. Mém. Com. Géol. Vol. VII, № 1, 1888, avec une carte.
S. Nikitin. Les vestiges du crétacé etc. Mém. Com. Géol. Vol. V, № 2, 1888.
S. Nikitin. Recherches géologiques et hydrologiques I. Bull. Com. Géol. 1893, p. 189—244.
S. Nikitin et Pogrebov. Le bassin des sources de la rivière Syzran, 1897, avec des cartes.

Le district de Syzran occupe une vaste région sur la rive droite de la Volga. La constitution géologique du terrain est telle qu'elle fait la rivière brusquement dévier vers l'est et contourner une étroite péninsule, la „Samarskaïa Louka", appelée ainsi d'après le nom d'une assez grande ville sur la rive gauche en face de la presqu'île. Samarskaïa Louka est le résultat d'une évolution dynamique compliquée, survenue à une époque peu déterminée de l'âge tertiaire (probablement vers la fin de l'oligocène). Les recherches de l'auteur de cette esquisse y ont constaté un pli anticlinal à faible inclinaison qui suit la direction du méridien (son prolongement vers le nord paraît être un pli semblabe qui a soulevé les calcaires permiens de la rive droite de la Volga dans le gouv. de Kazan). Ce pli est compliquée par une dislocation locale (explorée principalement par Mr. Pavlov) presque perpendiculaire (proprement-dit de WSW à ENE) qui a effectué une faille dans la partie médiane du pli et une flexure sur le flanc occidental. La ligne de la faille passe sur le bord septentrional de Samarskaïa Louka vers le point de jonction de la riv. Oussa, traverse la riv. Syzran près de la station Répievka et peut être suivie presque jusqu'à la station Nikoulino. La faille divise la région en deux moitiés disloquées, celle du nord qui est abaissée et celle du sud, considérablement soulevée. La constitution géologique et orographique fut en outre compliquée par l'érosion ultérieure et les eaux de l'ancien bassin caspien arrivées du sud-est et formant une baie dans la dépression de la rivière Syzran. Au nord de la faille nous avons des couches du paléogène et du crétacé supérieur plongeant SSE. Au sud de la faille on voit le seul exemple aussi distinct dans la Russie centrale de montagnes de dislocation à structure très compliquée, différente à divers points. A l'ouest, à droite de la vallée de la riv. Syzran, elles s'appellent Montagnes de Syzran, au milieu, sur Samarskaïa Louka—Jégouli, à gauche de la Volga—Montagnes de Sok. Le plongement est le même qu'au nord de la faille, c'est à dire SSE.

A l'entrée dans la région du Syzran nous nous trouvons encore dans l'extension du développement normal des roches paléogéniques. L'âge exact de celles-ci n'est pas encore déterminé (éocène supérieur

---

La description géologique, l'analyse des fossiles recueillis et la carte géologique n'ont pas encore paru jusqu'à présent, sauf quelques renseignements préliminaires.

et oligocène). Ces dépôts présentent deux séries de roches: en haut des sables et des grès quartzeux avec couches intermédiaires d'argiles; en bas principalement des argiles siliceuses, des schistes, des grès argileux et des marnes. Toutes ces roches sont recouvertes par les argiles des terrasses ci-dessus indiquées. Le peu d'adhésion des dépôts de la série supérieure et la pente rapide des rivières ont donné libre champ au travail de l'érosion. Le paysage compliqué par des montagnes d'érosion est d'un aspect pittoresque. La stratification est presque horizontale.

Après la station Kanadei la voie ferrée traverse la riv. Syzran et monte une petite élévation. Du côté droit blanchissent au loin les montagnes crétacées de Syzran. La voie descend dans la large vallée du Syzran et le paysage devient monotone. Presque jusqu'à la station Répievka le train court sur les sables tertiaires, parallèlement à la ligne de la faille à droite. Encore au-delà de cette station la vallée prend l'aspect d'une baie. Il y a toutes les raisons de croire qu'à l'époque de la plus grande extension de la Mer Caspienne celle-ci a pénétré jusque-là. La mer y a laissé des traces sous forme de dunes.

Le long de la rivière Syzran et de ses petits affluents, ainsi que dans les ravins vers l'aval, on peut voir à droite, c'est-à-d. au sud de la faille, l'apparition succesive des roches de plus en plus anciennes. Avant le village Kanadei ce sont les roches du crétacé supérieur qui apparaissent, puis celles du crétacé inférieur, plus loin les dépôts volgiens, près de Répievka celles du callovien et enfin, tout près de la ville de Syzran, le carbonifère supérieur. La ligne du chemin s'élève sur les hauteurs dominant la ville qui sont constituées par les dépôts jurassiques et volgiens.

Syzran-Kachpour.

La ville de Syzran est située partie sur la rive primitive assez élevée, constituée comme nous venons de le dire, partie sur une ancienne terrasse qui doit son existence tant à trois petites rivières tombant par une seule embouchure dans la Volga qu'à l'ancien golfe caspien. Le premier affleurement du calcaire carbonifère se voit sur la rive droite de la riv. Syzran près du moulin à eau, à côté du monastère. Le même calcaire (C_3) constitue le sommet des Jégouli et la montagne Tzarev-Kourgan (voir plus bas). A Syzran ce calcaire est pauvre en fossiles. On n'y trouve que de rares coraux et, à 8 m. au-dessus du niveau de l'eau, des fusulines typiques qui donnent à la roche un aspect poreux. Quatre mètres plus bas on aperçoit une couche typique de calcaire pénétré d'asphalte.

En suivant le chemin qui mène du village Obrastzowo à Kachpour, on voit le long du bord escarpé de la vallée de la Volga une série d'éboulements jurassiques (callovien, oxfordien, kimméridgien), des dépôts du volgien inférieur et du supérieur. Par places les éboulis sont

Cr_2

Cr_1^p

Cr_1^n

JCr_b

JCr_α

Q_2

[illegible] un dépôt presque [illegible] en haut des sables et des grès quartzeux avec couches intermédiaires d'argiles; en bas principalement des argiles [illegible] des grès argileux et des marnes. [illegible] par les argiles des terrasses ci-dessus indiquées. Le peu [illegible] dépôts de la série supérieure et la pente rapide [illegible] champ libre au travail de l'érosion. Le paysage compliqué par des montagnes d'érosion est d'un aspect pittoresque. La stratification est presque horizontale.

Après la station Kanadei la voie ferrée traverse la riv. Syzran et monte une petite [illegible]. Du côté droit blanchissent au loin les montagnes crétacées [illegible]. La voie descend dans la large vallée du Syzran et le paysage devient monotone. Presque jusqu'à la station Réjevka [illegible] sur les sables tertiaires, parallèlement à la ligne [illegible]. Encore au-delà de cette station la vallée prend [illegible]. Il y a toutes les raisons de croire que [illegible] la plus grande extension de la Mer Caspienne celle-ci a [illegible] laissé des traces sous forme de dunes.

Le long de la rivière Syzran et de ses petits affluents [illegible] que dans les ravins vers l'aval, on peut voir à droite, c'est [illegible] de la faille, l'apparition succesive des roches de plus en plus [illegible]. Avant le village Kanadei ce sont les roches du crétacé supérieur qui apparaissent, puis celles du crétacé inférieur, plus loin les dépôts volgiens près de Réjevka, celles du callovien et enfin tout près de la ville de Syzran le carbonifère supérieur. La ligne du chemin de fer s'élève sur les hauteurs dominant la ville qui sont constituées par les dépôts jurassiques et crétacés.

Syzran-Kachpour.

La ville de Syzran est située partie sur la [illegible] assez élevée, constituée comme nous venons de le dire, partie sur une [illegible] terrasse qui doit son existence tant à trois petites rivières [illegible] par une seule embouchure dans la Volga qu'à [illegible]. Le premier affleurement du calcaire carbonifère [illegible] sur la rive droite de la riv. Syzran près du moulin à eau. [illegible] Le même calcaire [illegible] constitue le sommet des Jegouli et la montagne Tzarev-Kourgan (voir plus [illegible]). A Syzran ce calcaire est pauvre en fossiles. On n'y trouve que [illegible] coraux et, à [illegible] m. au-dessus du niveau de l'eau, des fusulines typiques qui donnent à la roche un aspect [illegible]. Quatre mètres plus bas on aperçoit une couche [illegible] pénétré d'asphalte.

En suivant le chemin qui mène du village [illegible] on voit le long du bord escarpé de la vallée de la Volga [illegible] affleurements [illegible] callovien, oxfordien [illegible] du volgien inférieur et du supérieur. [illegible]



La colline de Kachpour.

abondants en fossiles bien conservés, appartenant à divers horizons. La succession des roches y est peu distincte.

Le village Kachpour est situé sur un promontoire enfourché entre la rive droite de la Volga et le profond ravin ramifié du petit ruisseau Kachpourka. Depuis longtemps cette localité est devenue classique pour les formations qu'on y peut observer, surtout des dépôts volgiens. Autrefois les coupes y étaient plus nettes et plus fréquentes, mais avec l'accroissement de la population beaucoup de points favorables à l'observation ont été masqués par des maisons, des jardins et des vergers. La coupe la plus détaillée, donnée en 1883 par Mr. Pavlov (Mém. Soc. Min. St. Ptbg. XIX, p. 116 etc.), a été complétée par nous (Vestiges du crétacé etc. p. 108). Dans les travaux postérieurs suscités Mr. Pavlov revient plusieurs fois aux couches et zones de la coupe de Kachpour pour les comparer et paralléliser avec les diverses zones (différents dans chaque article) du jurassique supérieur et du néocomien de l'Europe occidentale; jusqu'au dernier temps cet investigateur prétendait toujours un grand hiatus dans ces couches à la base de la zone à *Olc. versicolor*, c'est-à-dire entre le jurassique et le crétacé de l'est de la Russie. L'auteur de cette esquisse au contraire soutenait que la coupe de Kachpour présentait la série continue des dépôts volgiens qui dans la Russie centrale lient sans aucune lacune le jurassique au crétacé, remplaçant les horizons les plus supérieurs du prémier et les plus inférieurs du dernier. Dans son dernier article Mr. Pavlov ne voit plus de hiatus a Kachpour et rapporte la partie considérable des dépôts volgiens supérieurs au néocomien, abaisse la limite du jurassique et revient ainsi au point de vue de l'auteur [1]).

La figure ci-dessous donne l'aspect général de la montagne de Kachpour vue du débouché de la vallée de la Kachpourka.

En haut, à gauche de l'église, nous voyons la seule colline ménagée par l'érosion. Elle est formée de marnes blanches et grisâtres crétacées (Cr_2) et contient des restes d'*Inocerames*. Vers le bas la colline forme une saillie couverte d'herbe et d'arbres. On y voit les vestiges indistincts des horizons plus inférieurs du crétacé [2]). Au milieu du versant on trouve entre autres des concrétions de l'aptien (Cr_1^{ii}) à *Hoplites Deshayesi* d'Orb. La saillie suivante est occupée par des argiles néocomiennes (Cr_1^{i}). Près de Kachpour la couche paléontologiquement la mieux caractérisée de ces argiles est celle à *Olc. versicolor* Tr., alors que plus loin vers le sud il y a d'abondants affleurements des concrétions supérieures à *Venulites mordvensis* Tr. Sous la rue inférieure du village les argiles néocomiennes passent à divers horizons et zones des étages volgiens supérieur et inférieur (JCr) abon-

---

[1]) Comparer „Les environs de Moscou“ par Mr. Nikitin et „L'excursion le long de la Volga“ par Mr. Pavlov.

[2]) Le long de la Volga, un peu en aval de là, affleurent çà et là des couches de ce niveau à fossiles du cénomanien et du gault.

Coupe générale de Kachpour.

Quaternaire Q_1^l ou Crétacé supérieur Cr_2.			Argile arénacée des terrasses. / Marnes blanches crétacées	Debris d'Inocerames.
Quaternaire Q_1^k (dépôts caspiens) ou Aptien Cr_1^p.			Sables argileux, conglomérat et galets. / Argiles foncées ferrugineuses en partie arénacées.	*Hoplites Dehayesi.*
Néocomien supérieur et moyen.	Cr_1^n		Argile noire à concrétions calcareuses et ferrugineuses.	*Venulites mordvensis, Pecten crassitesta* etc.
			Argile noire à concrétions calcareuses et phosphateuses.	*Ammonites* du groupe *Olcost. Decheni; Inoceramus aucella* etc.
			Argile noire, en partie arénacée, à concrétions pyriteuses.	*Olcost. versicolor, Astarte porrecta, Belemnites pseudopanderianus* etc.
Volgien supérieur.	JCr_b	*p*	Sable et grès friables gris verdâtre; conglomérats de fossiles et concrétions phosphatiques.	*Belemn. lateralis, Belemn. subquadratus; Ammonites* des groupes *Olcost. polyptychus* et *hoplitoides, Olcost. Keyserlingi; Aucella volgensis, pyriformis, Keyserlingi* etc.
		r	Sable et grès grisâtres argileux à concrétions de fossiles, passant en bas aux schistes bruns bitumineux.	*Belemn. lateralis, russiensis, Aucella volgensis, Fischeri. Ammonites* des groupes *Olcost. subditus* et *Hoplites rjasanensis.*
		n	Grès gris calcareux; marnes, conglomérats.	*Olcost. nodiger, kaschpuricus, Oxynoticeras subclypeiforme. Belemn. lateralis, russiensis. Aucella volgensis* etc.
		s	Calcaires et marnes grises.	*Olcost. subditus (typicus), okensis, Oxynoticeras catenulatum. Belemn. russiensis; Aucella Fischeri, terebratuloides.*
		f	Marnes arénacées brunes.	*Oxynot. fulgens, catenulatum, Belemn. russiensis; Aucella Fischeri, terebratuloides, mosquensis.*
Volgien inférieur.	JCr_a	*s*	Grès brun ferrugineux, argileux, friable, en partie glauconeux.	*Perisph. Nikitini, Lomonossowi, Belemn. absolutus; Aucella mosquensis.*
		i	Schistes bitumineux intercalés dans l'argile grise.	*Perisphinctes* du groupe *virgati. Belemn. absolutus, Aucella Pallasi, mosquensis* etc.
Kimmeridgien.	J_3^k		Argile grise marneuse à concrétions marneuses.	*Hoplites* du groupe *eudoxus. Aspidoceras* du groupe *acanticum* etc.

dants en fossiles. Quand l'eau est basse on peut observer au niveau de la Volga le kimmeridgien (J_3^k).

Sur nombre de points du bassin de la riv. Syzran et du bord voisin de la Volga on a constaté en amont de la ville des affleurements exactement déterminés du séquanien, de l'oxfordien et du callovien, le dernier dans toutes ces trois zones. Les explorations de l'auteur de la présente esquisse ont mis en évidence que la base de toute la série jurassique n'est pas le callovien moyen comme à Moscou, mais le callovien inférieur à *Macrocephalites macrocephalum, Cadoceras Elatmae* etc. Les sondages ont montré que les argiles du callovien inférieur sont séparées des calcaires carbonifères par des couches de sable d'âge incertain.

La dislocation qui a causé la faille des Jégouli dans la direction WSW—ENE, a fait prendre à toutes les couches aux environs de la ville de Syzran et du village Kachpour un plongement considérable vers le SSE. En suivant la rive de la Volga à partir de Syzran jusqu'à Kachpour et plus loin vers l'aval du fleuve, on voit successivement plonger sous le niveau de l'eau des formations de plus en plus supérieures. A quelques kilomètres vers le sud de Kachpour tous les dépôts volgiens plongent définitivement sous l'eau et on ne voit plus dans les coupes que les divers étages du crétacé inférieur et du supérieur, recouverts des couches du paléogène.

De l'examen des hauteurs situées près de Kachpour et aux alentours de ce village il résulte que les dépôts du crétacé supérieur et même de l'aptien ont été en plus grande partie détruits et emportés par l'érosion. Partiellement ils sont remplacés par les dépôts quaternaires. Parmi ces derniers on observe adossées les argiles arénacées des terrasses (Q^l) et une formation plus ancienne composée de sables argileux, conglomérats et galets des différentes roches du crétacé. Cette formation étant disposée sur les hauteurs de la rive droite de la Volga et des courts ravins de ce bord élevé, de même que dans la vallée du cours inférieur de la riv. Syzran, son origine ne peut être interprêtée par l'alluvion fluviatile. Aussi sont-ce des dépôts littoraux de l'ancien bassin caspien. Près Kachpour la formation de ces anciens sédiments caspiens se laisse très bien observer au sommet tournée vers la Volga du second ravin, au sud du moulin à vent derrière le village et du poteau-indicateur à 1,5 kilom. de l'église. Là le caractère des dépôts caspiens ne permet pas d'espérer trouver des fossiles; cependant en plusieurs points de la Samarskaïa Louka ces dépôts caspiens, également adossés au versant sud des Jégouli, à la même altitude absolue de 80 m. [1]), deviennent plus argileux et contiennent les fossiles de la faune caspienne (*Cardium, Hydrobia, Corbicula* etc.).

[1]) 104 m. au dessus du niveau de la mer Caspienne contemporaine.

Batraki.

Aussitôt que le train a dépassé Syzran, il descend des hauteurs qui bordent cette ville. Sur 20 kilom. à peu près il longe la rive droite de la Volga sur une terrasse formée par les éboulements des dépôts volgiens et jurassiques qui reposent ici sur le calcaire carbonifère. Pendant assez longtemps le train passe le long du village Batraki, connu par l'abondance en fossiles bien conservés du callovien et de l'oxfordien, et par un sondage de 446 m. de profondeur qui n'a cependant traversé que le calcaire carbonifère. Pour pouvoir prendre connaissance des horizons supérieurs de ce calcaire, le train s'arrêtera près du grand pont de la Volga, une des constructions monumentales de ce genre en Russie. Ce pont à 1485 m. de longueur. Le calcaire de Samarskaïa Louka a servi de matériel de maçonnerie. Les dépôts carbonifères se composent là de calcaires compacts plus ou moins dolomitiques, pénétrés d'asphalte comme à Syzran, et contenant des Fusulines. Au haut ils passent en dolomies jaunes friables. La dolomie paraît être directement recouverte par les argiles jurassiques, alors que plus à l'aval, près de Batraki, les argiles jurassiques sont séparées du calcaire carbonifère par des sables d'âge indéterminé, probablement aussi callovien. En amont au contraire les calcaires à Fusulines plongent sous l'eau, séparés du jurassique d'abord par les calcaires à gros *Schwagerina* qui constituent les sommets des Jégouli, ensuite par les calcaires du système permien dont on peut voir les affleurements sur la rive droite de la Volga jusqu'au vaste élargissement de la vallée en forme de lac en face de la ville de Samara. Nous prendrons connaissance de la structure de ces dépôts permiens aux belles coupes au-delà de Samara, où ils forment les montagnes de Sok.

Après avoir traversé le pont, le chemin de fer entre dans la large vallée de la Volga qui passe insensiblement aux basses steppes transvolgiennes, converties aujourd'hui en champs labourables. Le train les parcourt jusqu'à Samara en traversant la large vallée de la rivière du même nom.

Rive gauche de la Volga entre Samara et Tzarev-Kourgan [1]).

La ville de Samara est située sur un promontoire entre la rive gauche de la Volga et l'embouchure de son affluent gauche, la Samarka.

[1]) La littérature spéciale n'est pas considérable. Jusqu'à présent il n'existe pas de description détaillée. On trouvera l'énumération de ce qui a été écrit sur cette région dans une petite note descriptive de A. Zaytzev dans les Traveaux de la Soc. Nat. à Kazan, 1880, Vol IX, livr. 2.—L'auteur de la présente esquisse fait depuis nombre d'années des recherches détaillées dans le gouv. de Samara, mais il n'a encore publié que des comptes-rendus préliminaires d'un caractère général (Bull. Com. Géol. 1886—89). La carte géologique existe en manuscrit.

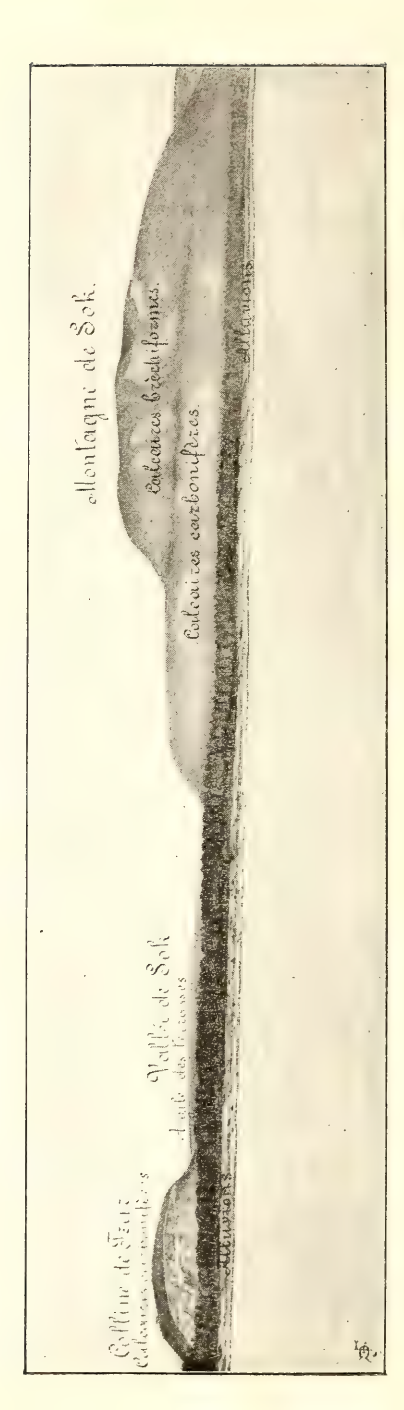
Les terrasses de la ville sont formées par l'argile brune déjà mentionnée des terrasses reposant soit sur des calcaires permiens plus ou moins corrodés, soit passant en bas à des dépôts argilo-arénacés et à un lit de galets plus ou moins roulés du calcaire permien. Comme à Samarskaïa Louka, on trouve dans ces dépôts, aux environs de Samara, des coquilles de *Cardium*, *Corbicula*, *Hydrobia* qui font croire, que ces roches sont des vestiges de l'ancien bassin caspien. Les argiles des terrasses sont distinctement adossées aux dépôts permiens des rives de la Volga et des ravins. Les sédiments caspiens au contraire sont d'une épaisseur insignifiante et ne se rencontrent qu'en îlots, de sorte que sur les hauteurs soit couvertes de forêts de chênes, soit passant à la steppe (aujourd'hui entièrement labourée), on peut immédiatement sous le tchernozem voir les dépôts permiens.

Aux environs de Samara les couches supérieures des dépôts permiens sont formées de calcaires compacts avec intercalations et amas de gypse et de silex. Les couches inférieures des calcaires, partiellement oolitiques, sont par places abondanes en fossiles permiens, le plus souvent de petits *lamellibranches*, *gastéropodes* et *brachiopodes* tels que *Clidophorus* (*Cl. Pallasi* Vern. et autres), *Modiola* sp., *Schizodus rossicus* Vern., *Avicula speluncaria* Schl., *Gervillia ceratophaga* Schl., *Leda speluncaria* Gein., *Turbo Burtasorum* Golow., *Murchisonia subangulata* Vern., *Tourbonilla volgensis* Golow., *Productus Cancrini* Vern., *Dielasma elongata* Schl. etc.

Plus bas vient une assise puissante d'un calcaire bréchiforme et caverneux très original, formé de fragments de calcaire, liés par un ciment calcareux. Cette formation, dépourvue de fossiles, affleure pour la première fois à 4 kilom. vers l'amont de Samara. S'élevant de plus en plus, elle atteint 25 mètres d'épaisseur dans les falaises de la rivière et constitue enfin la plus grande partie supérieure des montagnes de Sok.

Quelques kilometres avant d'arriver au confluent du Sok, le calcaire carbonifère vient se montrer de dessous le calcaire bréchiforme. De même que dans les montagnes Jégouli, l'horizon supérieur présente le calcaire à *Schwagerina*, preuve que les montagnes de Sok, plongeant aussi SSE, sont le prolongement des Jégouli. Comparant l'élévation et l'emplacement des horizons correspondants du calcaire carbonifère dans les montagnes de Jégouli et dans celles de Sok, nous nous convainquons que nous avons devont nous (voir plus haut p. 13) l'aile orientale du grand pli anticlinal qui suit la direction méridionale, à pente très rapide vers l'est. C'est la raison que le long du Sok on n'observe les calcaires carbonifères qu'à quelques kilomètres vers l'est de son embouchure. Les calcaires permiens se continuent un peu plus loin vers l'est, mais bientôt ils se recouvrent, eux aussi, par l'étage des marnes irisées.

Séparément des montagnes de Sok, comme arrachée de leur massif, s'élève dans la vallée du Sok une colline légendaire „Tzarev-Kourgan" (Colline du Tzar). Grâce aux carrières ouvertes dans ce monticule lors de la construction du pont de la Volga, l'auteur de cette esquisse en



Vue générale des montagnes de Sok-Vallée de la Volga.

a pu étudier en détail la constitution. Il est à remarquer que la stratification de la colline, faiblement mais distinctiment inclinée vers NNW, semble porter la trace de l'aile nord de l'anticlinale de la faille de Jégouli. Les calcaires bréchiformes et le calcaire à *Schwagerina* y manquent.

La colline du Tzar présente, du haut en bas, la succession de dépôts suivante:

e) Calcaire à *Fusulina longissima* Moell. et autres grosses Fusulines, *Spiriferina Saranae* Vern., *Productus Villiersi* d'Orb. etc.

d) Calcaire à *Bellerophon*, de grands *Spirifer* pas encore déterminés, *Nautilus* sp., *Orthoceras* sp.

c) Dolomie à *Productus Cora* d'Orb.

b) Calcaire à *Productus scabriculus* Mart., *Camaroph. crumena* Mart., *Meekella eximia* Eichw. etc.

a) Calcaire à coraux et bryozoaires.

La comparaison de cette faune avec celle de la section supérieure (C_3) du calcaire carbonifère au versant occidental de l'Oural du sud, étudiée par Mr. Tschernyschev, et avec la faune de l'étage gshélien près de Moscou, montre leur complète analogie, même pour la succession des horizons. Ainsi le Tzarev-Kourgan est-il constitué par les mêmes calcaires de la section supérieure du carbonifère qui forment la majeure partie des Jégouli, à la seule différence qu'à la base des Jégouli commence à paraître une faune identique avec celle des horizons les plus supérieurs de la section moyenne ou de l'étage moscovien. Un puits artésien au pied du Tzarev-Kourgan a traversé 212 mètres de ces calcaires.

Après la colline du Tzar, les hauteurs constituées par les calcaires carbonifères passent à la rive droite de la Volga, après avoir produit un rétrécissement de la vallée, connu sous le nom de „Portes de Samara". Cette chaine de calcaires suit le fleuve sur le parcours d'environ 50 kilom., ayant en face, pour bordure gauche de la vallée, les dépôts argilo-arénacés d'un vaste bassin quaternaire lacustre, le bassin de Bolgary, qui s'y étalait à l'époque de la plus grande extension de la mer Caspienne. Sur la pente de la vallée les sédiments de ce bassin sont recouverts par les dépôts des terrasses et par des sables amoncelés souvent en dunes plus ou moins boisées.

Les Jégouli s'étendent sur la rive droite en escarpements plus ou moins couverts de forêts (pin, chêne, tilleul), sauf quelques rares points laissés à nu par la nature ainsi que quelques carrières de pierres de construction et de chaux. De profondes et rameuses vallées d'érosion donnent à ces escarpements un aspect très pittoresque. Les berges des vallées laissent voir les mêmes horizons du calcaire carbonifère que nous avons vus à la colline du Tzar, couronnées par les calcaires à *Schwagerina*. Au débouché des vallées latérales on voit çà et là des couches de conglomérats argileux et de cailloux, adossées contre le calcaire à 140 m. de hauteur absolue. Ces dépôts doivent être considé-

rés comme sédiments littoraux du bassin de Bolgary. En pénétrant par une vallée latérale des Jégouli, dans l'intérieur de la contrée, on voit les calcaires carbonifères s'abaisser peu à peu vers le sud et se recouvrir, comme aux montagnes de Sok, de calcaires permiens que surmonte une assise de sables et de grès friables d'un âge encore peu déterminé. Par places cette assise arénacée est pénétrée d'un goudron minéral assez liquide, qu'on extrait là en rechauffant les fragments de la roche.

De Samara à Oufa.

Jusqu'à ce dernier temps on a relativement eu peu de données littéraires sur cette vaste région le long de la ligne magistrale du chemins de fer d'Oural et de Sibérie. Les anciens travaux de Wangenheim von Qualen [1]) et de Murchison [2]) étaient presque les seuls ouvrages dont on disposât et encore l'exposé des rapports mutuels et de la succession des roches était-il peu clair et plein de contradictions. Ce ne furent que les explorations détaillées du Comité Géologique, qui établirent d'une manière définitive la coupe générale et l'ordre de sucession des dépôts. Les résultats de ces recherches n'ont pas encore été publiés en entier; jusqu'à présent n'ont paru que des comptes-rendus préliminaires [3]) et [4]).

La carte géologique de la Russie d'Europe au $^1/_{2520000}$, publiée par le Comité Géologique, et les feuilles 110, 129, 128 de la carte topographique spéciale de Russie, au $^1/_{420000}$, publiée par la Section de topographie de l'Etat-major général, peuvent servir pour s'orienter sur ce parcours.

Entre Samara et Oufa le train parcourt la steppe transvolgienne à tchernozem typique, d'un aspect montueux dans la région des vallées d'érosion, et les larges plateaux élevées du partage des eaux. Les montagnes d'érosion sont surtout pittoresques au district de Bélébeï et aux bords de la vallée de la Dioma. Nulle part dans la Russie centrale on n'observe de contours orographiques aussi vifs et aussi marqués. La contrée de la Dioma rappelle beaucoup les paysages classiques de quelques-uns des états occidentaux de l'Amérique du Nord: les effets de l'érosion dans un clima sec et les rares précipitations atmosphériques sur des roches de composition diverse, stratifiées horizontalement ou à peine inclinées, y ont produit un relief de terrain semblable.

La constitution géologique est relativement simple. On distingue, du haut en bas, la succession suivante des couches:

---

[1]) Wangenheim von Qualen, Uebersicht d. geologischen Verhältnisse des Gouvernem. Orenburg, mit Ergänzungen. I—IV. Verhandl. d. Mineralog. Gesellschaft. St. Ptb. 1842—1844.

[2]) Murchison, Geology of Russia. London, Vol. I, p. 137—171.

[3]) Nikitin, Recherches géologiques le long de la ligne du chemin de fer de Samara, Bull. du Com. Géol. Vol. V, 1886, p. 239; Vol. VI, p. 225.

[4]) Tschernyschew, Une excursion dans les gouv. d'Oufa et de Viatka, Bull. du Com. Géol. Vol. VI, 1887, p. 7; vol. VII, 1888, p. 81).

Quaternaire.	Q_2		Tchernozem, éluvions etc. — Alluvions des ravins et des pentes, alluvions fluviatiles.	
	Q_1		Argile arénacée des terrasses	
			Dépôts argileux caspiens *L*.	*L*. Une faune saumâtre et d'eau douce à *Cardium, Hydrobia, Dreissena, Paludina* etc.
			Lacunes.	
Étage des marnes irisées (Étage tatarien).	*PT*	*b*	Groupe rouge des grès, des sables argileux aux intercalations des argiles et des marnes de même couleur, rarement verdâtres et bleu claire.	Les deux groupes contiennent par places une faune de conchifères (d'eaux probablement saumâtres) décrites sous les noms génériques de *Unio, Anthracosia, Najadites, Palaeomutela*[1].
		a	Groupe rose des marnes et des argiles irisées (roses, bleues et verdâtres) aux intercalations des grès et des sables des mêmes teintes.	
Permien *P*.		*f*	Groupe brun des grès, marnes et calcaires.	Quelques *lamellibranches, Allorisma elegans* King etc.
		e	Groupe gris des calcaires schisteux et des marnes intercalées de grès friables.	Une riche faune de conchifères et de gastéropodes: *Macrodon Kingianum, Schizodus rossica, Modiolopsis Pallasi, Murchisonia subangulata, Leda speluncaria, Turbonilla altenburgensis* etc., en outre les ostracodes *Bairdia, Estheria, Loxonema orientalis*. Les écailles de poissons *Palaeoniscus, Acrolepis*.
		d	Groupe des grès et des calcaires gris plus ou moins cuprifères.	Une faune riche en brachiopodes: *Spirifer rugulatus, Productus Cancrini, Dielasma elongata, Athyris pectinifera, Spiriferina cristata, Productus hemisphaerius, Strophalosia horrescens*, quelques conchifères et coraux
		c	Groupe rouge des grès argileux aux intercalations des argiles et des marnes grises, brunes et rougeâtres	Les fossiles ne se rencontrent que dans les couches supérieures: *Productus Cancrini, Athyris pectinifera, Dielasma elongata, Allorisma elegans, Macrodon Kingianum* etc.
		b	Groupe calcaire-argileux et marneux de teintes irisées (roux, brun, bleu, verdâtre).	Privé de fossiles
		a	Groupe gypsifère: calcaires, gypse, argiles.	Privé de fossiles.

[1] Voir l'ouvrage de Mr. Amalitzky dans Palaeontographica Bd. XXXIX, ainsi que la critique paléontologique et géologique de cet ouvrage dans Jahrb. d. Wiener Reichsanst. 1893. I. Heft. N. Jahrb. Min. etc. 1893. I Bd., p. 196.



Cette succession des couches qui se maintient presque sur toute l'étendue entre la Volga et l'Oural, et le rapport mutuel des divers dépôts faisaient jusqu'à ces derniers temps l'objet d'une vive polémique entre les géologues russes, polémique qui avait pour principale raison le trop de valeur que l'on attribuait aux coupes locales. Aujourd'hui le schème ci-dessus, proposé et soutenu par le Comité géologique, est accepté dans les travaux de tous les spécialistes qui reconnaissent dans la Russie de l'est deux séries de roches rougeâtres et irisées, l'une (étage tartarien *PT*), recouvrant les dépôts à faune du zechstein, l'autre (groupes *Pc* et *Pb*) au-dessous du zechstein et en partie correspondant à ses horizons les plus inférieurs. Quant à l'âge des dépôts *PT*, les géologues russes ne sont pas d'accord. Les géologues du Comité géologique Mrs. Karpinsky, Tschernyschew et Nikitin, reconnaissant la limite entre le permien et le triasique moins tranchante dans la Russie de l'est que dans l'Europe centrale, comprennent ces dépôts comme derniers sédiments du bassin marin saumâtre permien qui existait encore au commencement de l'époque triasique (maximum jusqu'à l'époque des Werfenerschichten). D'autres géologues russes (Schtukenberg, Krotov, Netchaïev, Amalitzky) classent en entier les couches supérieures des marnes irisées dans le permien.

Après Samara la ligne du chemin de fer longe d'abord, sur la haute berge droite, la riv. Samara. La berge se compose de calcaires permiens, de restes de l'assise des marnes irisées qui les recouvrent et de dépôts caspiens, dont les tranchées du chemin de fer ont fourni une riche faune. Ensuite la voie descend dans la large vallée de la riv. Kinel (affluent droit de la Samara) pour suivre, sur le bord gauche de la vallée, les argiles des terrasses jusqu'à la station Zagliadino. A gauche du train on voit au loin les hauteurs de la rive droite de cette rivière, composées en totalité par les dépôts des deux groupes de l'étage tartarien.

Traversant la riv. Kinel près de la station Zagliadino et montant sur le terrain du partage des eaux de cette rivière et du cours supérieur de l'Ik, le chemin de fer entre dans une région montueuse, constituée par les deux groupes du tartarien.

Entre les stations Abdoulino et Taldy-Boulak la voie traverse la riv. Ik et nous voyons pour la première fois apparaître, sous-le groupe rose des marnes irisées (*PTa*) les groupes brun et gris du permien ($Pf + e$). Ces assises émergents si rapidement qu'à quelques kilomètres de là le groupe rouge du tartarien, disparu dans les coupes de la rive, ne s'aperçoit plus qu'au faîte du plateau. Mais là aussi, à mesure qu'on s'approche de la riv. Dioma, les dernières traces du tartarien se perdent définitivement à l'est.

A la descente dans la vallée de la Dioma, entre les stations Chafranowa et Raïéwa, on ne voit plus dans les nombreuses coupes que les assises du système permien ($e + d + c$), le groupe rouge à la base, le gris par dessus.

Les originales montagnes d'érosion coniques isolées, sur la rive

droite de la Dioma, telles que Sater-taou, Toktar-taou, Yarych-taou et d'autres, constituées par les seuls dépôts permiens, nous frappent par la netteté bien tranchée de leurs formes d'érosion et le franc aspect des deux groupes, le gris en haut, le rouge en bas. .

Le groupe gris se montre pour la dernière fois au sommet nu de Yarych-taou, la dernière de ces montagues. Ensuite, suivant toujours le bord gauche de la vallée de la Dioma, la voie ferrée entre dans une région d'un aspect tout différent, tant orographique que géologique: le pays devient plat, onduleux et les pentes des collines arrondies sont très faiblement inclinées. On ne voit plus de coupes géologiques nettes. En de rares points seulement on aperçoit jusqu'à Oufa, dans les vallées transversales, des affleurements discontinus des groupes permiens inférieurs $(c + b + a)$ qui composent la coupe géologique générale de la ville d'Oufa. L'apparition du groupe rouge vers le haut des coupes, les marnes irisées étant en dessous, a fait rapporter par plusieurs géologues les environs d'Oufa à la région du développement de l'étage supérieur des marnes irisées (étage tartarien), erreur que les coupes des rivières Ik et Dioma ont définitivement éclaircie en permettant de constater l'exhaussement et l'affleurement successif, vers le nord-est, de dépôts plus en plus anciens.

III

A PARTIR

DE LA VILLE D'OUFA

jusqu'au

versant oriental de l'Oural

PAR

TH. TSCHERNYSCHEW.

La première partie du trajet à l'est, depuis Oufa jusqu'à la station Acha, ressemble en beaucoup, tant géologiquement qu'orographiquement, à la région située à l'ouest de la riv. Biélaïa. Au delà d'Acha la voie ferrée s'engage dans la région de l'Oural et des dépôts paléozoïques franchement disloqués qui la constituent. Nous aurons en conséquence à esquisser séparément chacune des parties de l'itinéraire général.

La ville d'Oufa et le trajet jusqu'au pied de l'Oural.

La région traversée par la ligne du chemin de fer comprend la 128-me feuille de la Carte géologique générale de la Russie d'Europe, définitivement dressée mais non encore imprimée, et la 128-me feuille de la carte spéciale au $^{1}/_{420000}$, publiée par la Section topographique de l'Etat-Major. Jusqu'ici il n'a pas encore paru de description complète de la géologie du pays. Les seules données littéraires sont les suivantes:

Th. Tschernyschew. Recherches géologiques faites au gouvernement d'Oufa en été 1885 (russe), Bull. du Comité Géologique, Vol. V, pp. 13—38.

Th. Tschernyschew. Compte-rendu préliminaire d'une excursion dans les gouv. d'Oufa et de Viatka (russe), Bull. du Comité géologique, Vol. VI, pp. 7—24.

A. Lawrsky. Geologische Untersuchungen am Fl. Belaja im Gouvern. Ufa (russe), Travaux de la Société des Naturalistes de Kazan. Vol. XVIII, livr. 4.

L'orographie relativement simple de la contrée, constituée par des dépôts permiens et permo-carbonifères généralement horizontaux, trouve son explication dans l'érosion. La région est traversée dans le sens du méridien par trois rivières importantes—la Biélaïa, l'Oufa, le Sim—dont les larges vallées alluviales sont séparées par deux plateaux s'étendant dans la même direction.

A l'extrémité méridionale du premier de ces plateaux, baigné à l'ouest par la Biélaïa, à l'est par l'Oufa, est située la ville d'Oufa. Aux abords de la ville le plateau s'abaisse rapidement, en plusieurs points en parois verticales, vers les vallées alluviales des rivières qui l'arrosent.

Pour connaître la structure du plateau, il suffit de jeter un coup d'oeil sur une des coupes très nettes et très complètes près du pont du chemin de fer, non loin du cimetière tartare d'Oufa. On y voit du haut en bas:

a) Calcaire gris	1,5 mt.
b) Grès brun rougeâtre et gris pénétré de gypse	2,0 „
c) Calcaire argileux intercalé de gypses. . . .	6,5 „
d) Marnes arénacées d'un brun rougeâtre ou grises; grès gris pénétrés de gypse	6,0 „
e) Calcaire argileux, par places pénétré de gypse, intercalé de lits de gypse.	1,5 „
f) Gypse avec lits intercalés de calcaire, jusqu'au bas de l'escarpement.	70,0 „

Des gypses aussi forment la base des dépôts fluviatiles dans le lit de la Biélaïa: les caissons du pont de la ligne s'y sont arrêtés après avoir traversé 12—16 mt. d'alluvions fluviatiles.

Bien que dans les dépôts près d'Oufa on n'ait trouvé aucun reste organique, l'étude détaillée des coupes de la Biélaïa et de ses affluents met hors de doute que la partie supérieure de la coupe d'Oufa correspond à l'assise inférieure permienne rouge qui est surmontée par l'assise grise gréseuse de zechstein, richement caractérisée par des fossiles qu'on a pu voir entre Samara et Oufa dans les belles coupes près de Slak, à la montagne Yarych-taou etc. Pour ce qui est de l'assise des gypses et des calcaires gypsifères au bas de la coupe d'Oufa, on peut voir, en la suivant dans la région de la rivière Oufa vers le nord, son rapport intime avec les calcaires gris compacts dalleux et les dolomies et calcaires caverneux, tachetés, bréchiformes, qui renfermant de nombreux moules de *Bellerophon*, débris de *Productus* et *Orthoceras*, accompagnés de *Schizodus truncatus* King., *Astarte parmo-carbonica* Tschern., *Macrodon Kingianum* Vern. etc., et qui correspondent au

zechstein inférieur de la Russie du nord et du centre, disposé sous l'assise inférieure permienne rouge.

La gare d'Oufa est située dans la vallée alluviale de la Biélaïa devant la montée au plateau dont nous avons parlé. La dissolution facile des gypses et des roches gypsifères est cause d'un affaissement continuel de la voie, de fréquents éboulements et d'effondrements en forme d'entonnoirs qui exigent de l'administration de grandes dépenses et beaucoup de soins pour garantir la stabilité de la voie.

Après avoir gravi la pente, la ligne tourne brusquement à l'est pour se diriger vers la rivière Oufa qu'elle traverse près de la station Ourakowa. De là, jusqu'à la station Iglino, la voie traverse la terrasse supérieure des anciens dépôts fluviatiles, composés en leur plus grande parti d'une argile d'un jaune brun, plus ou moins sableuse et calcarifère, et de conglomérats. On trouvera les détails sur le caractère et le mode de formation de ces dépôts dans l'esquisse du terrain à l'est de la station Acha.

A partir de la station Iglino la ligne s'élève insensiblement sur la hauteur qui fait le partage des eaux de l'Oufa et du Sim. Le zechstein inférieur dont nous avons parlé la constitue dans la partie occidentale, tandis que la partie orientale est formée par les dolomies et calcaires qui constituent le haut des dépôts permo-carbonifères de l'Oural. Le caractère de ces derniers et les relations qu'ils présentent avec les dépôts d'Artinsk sous-jacents seront décrits dans l'esquisse suivante. Noin loin de la rivière Oulou-Teliak et avant d'y arriver, la voie descend dans la vallée de la riv. Sim qu'elle longe jusqu'au pied de l'Oural.

De la station Acha jusqu'au versant oriental de l'Oural.

Le chemin de fer, à l'est de la station Acha, traverse la partie la plus pittoresque de l'Oural du sud dans la direction générale NNE. La ligne parcourt d'abord le canton minier de Simsk, propriété de Mr. Balacheff, puis le canton de Kataw-Ivanow et une partie de celui de Yourézan qui appartiennent au prince Biélosselsky-Biélosersky; ensuite viennent les terres bachkires qu'elle traverse, et enfin le canton minier de Slatooust, propriété de la couronne.

Pour s'orienter dans l'orographie et la géologie du pays traversé par la voie ferrée, on pourra se servir de la description récente de cette région faite par Th. Tschernyschew [1]) et de celle du canton minier de Slatooust, faite par J. Mouchkétow [2]). On y trouvera aussi la liste des notes, mémoires etc. concernant cette partie de l'Oural. La carte géologique la plus complète est la 139-me feuille de la Carte

[1]) Mémoires du Comité Géologique, Vol. III, № 1, 2, 3, 4.
[2]) J. Mouchkétow. Matériaux pour la connaissance de la structure géognostique et de la richesse minérale du canton minier de Sla-

géologique générale de Russie, publiée par le Comité Géologique. La meilleure carte topographique qui se trouve en vente est celle de la Section topographique de l'Etat-Major, au $^1/_{420000}$ (10 verstes par pouce anglais). Il existe encore une carte au $^1/_{42000}$, mais elle ne se vend pas.

Il suffit de jeter un coup d'oeil sur la carte pour s'apercevoir que la direction dominante des chaînes de l'Oural du sud est NNE—SSW (voir la carte, pl. A). L'ensemble des données géologiques montre que la région montueuse à l'ouest de l'Oural central ou Oural-taou est une région typique de montagnes plissées et que les différentes modifications du terrain sont le résultat d'un même mouvement qui a produit une série de plis parallèles et de failles. La dénudation postérieure n'ayant presque nulle-part obscurci le rapport mutuel des montagnes génétiquement liées, il est aisé de voir que souvent des arêtes, disposées l'une à côté de l'autre, sont des parties d'un même pli ou d'une même faille, séparées par une profonde vallée fluviale. Lorsque nous décrirons le tracé du chemin de fer, nous aurons plusieurs fois occasion d'attirer l'attention sur des exemples de ce rapport mutuel d'arêtes séparées, offrant la même coupe géologique dans les deux versants de la vallée.

Dans tout l'Oural, le versant des arêtes tourné vers le plongement des couches, est généralement peu incliné et bien accessible, tandis que le versant opposé, relativement escarpé, est couvert d'immenses éboulements et offre d'abondantes sources. Les pics pittoresques disposés sur la crête des arêtes sont presque exclusivement constitués par des grès du dévonien inférieur et des quartzites, roches fort capables de résister aux agents de dénudation.

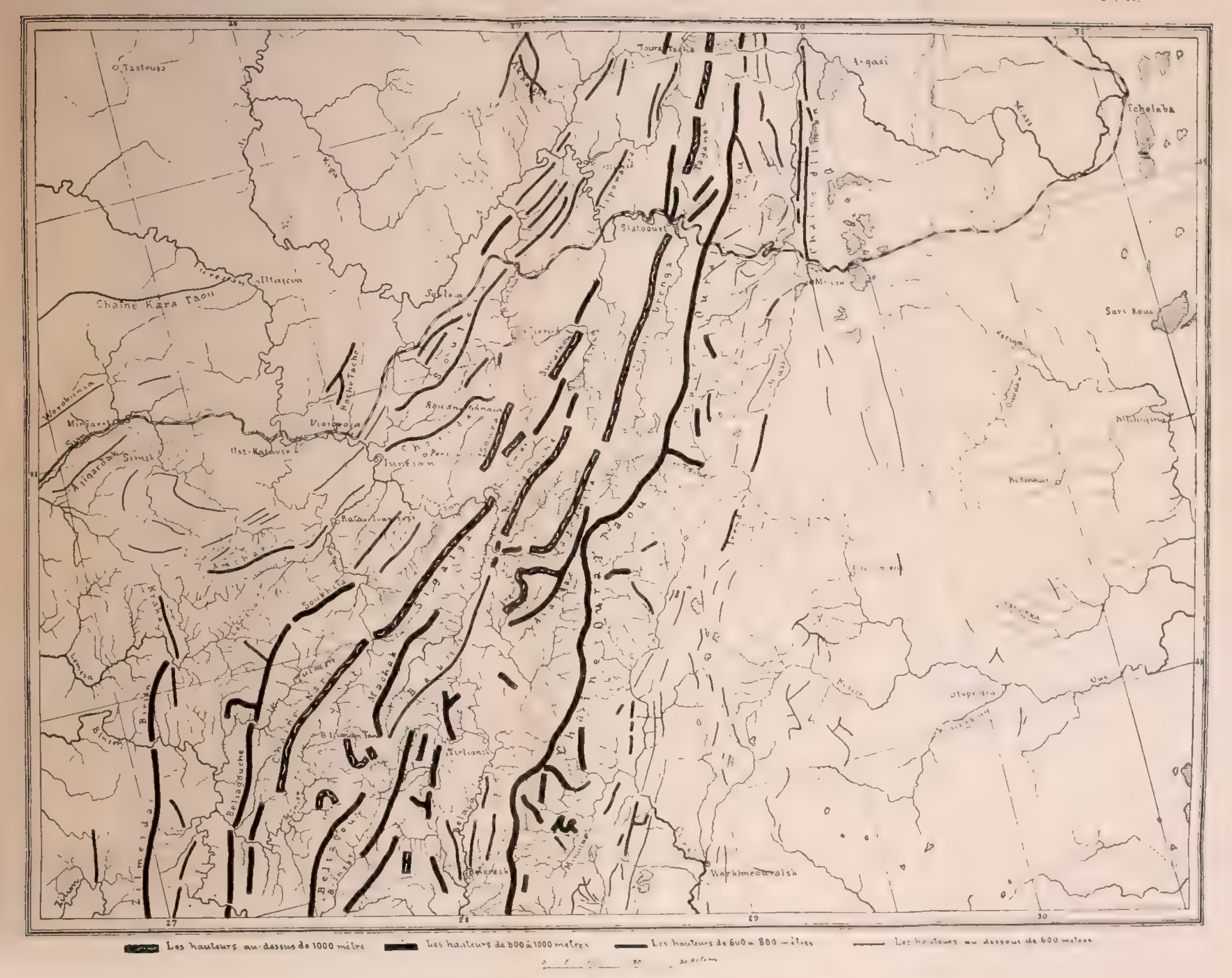
Nous avons dit que la direction dominante des chaînes de l'Oural du sud est NNE—SSW; mais dans la zone répondant à peu près au milieu de la feuille 139 de la Carte géologique générale de Russie, il y a passage au E—W et WNW—ESE. Cette orientation des chaînes se laisse suivre depuis le Kara-taou à la limite occidentale de l'Oural, jusqu'à l'Oural central ou Oural-taou et, vers l'est de celui-ci, dans les arêtes Oui-tach et Kour-kouraouk.

Nous ne pouvons parler des particularités orographiques de l'Oural du sud sans dire quelques mots du caractère des vallées fluviales.

La plupart des rivières suivent dans leur cours supérieur les vallées longitudinales; ensuite elles tournent brusquement vers l'ouest et se continuent transversalement à la stratification des roches. Au moment de sortir de la région des dépôts dévoniens et carbonifères, et au passage des cours d'eau dans les limites du développement des dépôts d'Artinsk, le caractère des vallées fluviales change tout d'un coup: là on ne voit plus de ces profonds ravins qui caractérisent le cours supérieur des rivières; la vallée alluviale devient large de plusieurs verstes et on voit apparaître des terrasses fluviatiles nettement dessi-

---

tooust (russe). Verhandl. d. Russisch-Kaiserl. Mineralog. Gesellschaft, Bd. 13, p. 9—242.



Direction et hauteur relative des chaînes de l'Oural du sud.

nées. De cette manière la plupart des cours d'eau du versant occidental de l'Oural du sud permettent de distinguer leurs cours supérieur, moyen et inférieur. Le plus souvent les rivières prennent naissance aux élévations plates, disposées dans les vallées longitudinales et ordinairement occupées par des marais impraticables: d'autres fois elles sortent des vastes marais qui accompagnent presque toujours les sommets les plus importants de l'Oural.

Dans le cours supérieur, les rivières coulent avec grande vitesse dans des vallées longitudinales, délimitées par les versants parallèles des arêtes. Dans cette partie du cours les roches originaires sont assez rarement mises à nu.

Au cours moyen, les rivières prennent brusquement une direction perpendiculaire à celle des chaînes: pendant des dixaines de verstes les vallées deviennent souvent des gorges profondes aux parois abruptes, hautes de 100 mètres et davantage; les eaux qui coulent avec la même vitesse qu'au cours supérieur, sont parfois gênées par de grands éboulis formant des rapides mugissants.

Dans la partie inférieure, les rivières se caractérisent par la lenteur relativement calme de leur cours, par leur peu d'affluents pauvres en eau, par les affleurements relativement rares des roches originaires et par la largeur des vallées alluviales. Ces vallées sont parsemées de restes d'anciens lits (staritzy) et de lacs et présentent des terrasses d'alluvion fluviatile nettement dessinées.

Ces remarques faites, nous pouvons passer à la caractéristique sommaire des diverses formations géologiques participant à la constitution de l'Oural du sud.

Les esquisses précédentes du trajet de Samara au pied de l'Oural ont donné la caractéristique générale des dépôts permiens qui s'étendent en large bande à l'est de la Russie jusqu'au pied occidental de l'Oural. La coupe s'y termine par l'assise de calcaires tachetés et de dolomies formant la base du système permien dans le sens de Murchison. En dessous vient une assise puissante, désignée sur les cartes de la Russie d'Europe sous le nom de permo-carbonifère.

Sur l'espace du développement du permo-carbonifère on distingue à l'Oural du sud deux horizons: l'horizon calcaréo-dolomitique, indiqué sur les cartes par le signe *CPc*, et l'horizon d'Artinsk, marqué par *CPg*. Le premier de ces horizons, comme le montre son nom, consiste principalement en calcaires et dolomies, la roche la plus caractéristique étant un calcaire gris ou gris jaunâtre, avec des cavernes remplies de silice amorphe d'un blanc de neige. Sur le trajet Oufa-Slatooust on ne voit point d'affleurements satisfaisants de l'horizon *CPc*, mais vers le nord de la voie, le long du Saldybach (affluent gauche de la riv. Oufa) on peut observer, dans des coupes bien prononcées, cet horizon recouvrant les dépôts d'Artinsk. Faunistiquement l'horizon *CPc* se caractérise par les mêmes restes de conchifères, gastéropodes et brachiopodes qu'on rencontre dans les dépôts d'Artinsk sous-jacents.

Dans la composition de l'horizon d'Artinsk entrent des grès, con-

glomérats, calcaires, marnes et schistes variés. La faune de cet horizon, décrite par Mrs. Karpinsky [1]), Krotow [2]) et Tschernyschew [3]), est caractérisée par des ammonitidés originaux, d'un grand intérêt depuis la découverte de formes semblables au Darvas, en Sicile, au Texas et en d'autres lieux, et par l'abondance en brachiopodes dont l'étude a permis d'établir le rapport des diverses subdivisions de Productus limestone du Salt-Range avec les dépôts paléozoïques de l'Oural.

Les dépôts carbonifères de l'Oural du sud sont exclusivement représentés par des calcaires qui se divisent en trois sections.

La section supérieure constitue principalement la vaste région, connue sous le nom de plateau d'Oufa, qui s'adosse à son extrémité méridonale à la chaîne du Kara-taou. Cette région typique du développement de la section supérieure (C_3) des dépôts carbonifères a permis d'établir le schème de ses subdivisions, schème qui dans la suite s'est trouvé être applicable tant au nord et au centre de la Russie qu'au bassin du Donetz.

c. Calcaires blancs ou d'un gris pâle du type de Tastouba, Yaroslavka et Kasarmensky-kamen sur la riv. Sim. Ces calcaires offrent une faune abondante: *Griffithides Roemeri* Moell., *Griffithides Gruenewaldti* Moell., *Brachimetopus uralicus* Vern., *Agathiceras uralicum* Karp., *Dielasma plica* Kut., *Diel. Moelleri* Tschern., *Diel. truncatum* Waag., *Diel. itaitubense* Derby, *Diel. trochylus* Eichw., *Diel. pentagonum* Kut., *Diel. curvatum* Tschern., *Diel. dubium* Tschern., *Spirifer panduriformis* Kut., *Spirifer rectangulus* Kut., *Spirifer lyra* Kut., *Mentzelia corculum* Kut., *Spiriferina ornata* Waag., *Spiriferina Saranae* Vern., *Spiriferina Panderi* Moell., *Martinia Sokolovi* Tschern., *Rhynchonella Wangencheimi* Pand., *Rhynch. Hoffmani* Krot., *Rhynch. granulum* Eichw., *Pugnax Keyserlingi* Moell., *Pugnax Uta* Marcou, *Camarophoria sella* Kut., *Camaroph. pinguis* Waag., *Camaroph. plicata* Kut., *Camaroph. superstes* Vern., *Notothyris nucleolus* Kut., *Not. Warthi* Waag., *Hemiptychina sublaevis* Waag., *Terebratuloidea triplicata* Kut., *Hustedia remota* Eichw., *Orthotichia Morgani* Derby, *Rhipidomella Pecosi* Marcou, *Derbya grandis* Waag., *Chonetes Moelleri* Tschern., *Chonetes variolata* d'Orb., *Chonetes uralica* Moell., *Aulosteges uralicum* Tschern., *Productus boliviensis* d'Orb., *Prod. transversalis* Tschern., *Pr. pustulatus* Keys., *Pr. fasciatus* Kut., *Pr. Inca* d'Orb., *Pr. tuberculatus* Moell., *Productus uralicus* Tschern., *Prod. Konincki* Vern., *Productus tenuistratus* Vern., *Proboscidella genuina* Kut., *Probosc.*

---

[1]) A. Karpinsky. Ueber die Ammoneen der Artinsk-Stufe. Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg. VII Séris. T. XXXVII, № 2.

[2]) P. Krotow. Artinskische Etage. Geologisch-palaeontologische Monographie des Sandsteines von Artinsk. Travaux d. l. Soc. d. Naturalistes de Kazan. T. XIII, livr. 5.

[3]) Th. Tschernyschew. Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 139. Mém. du Comité Géologique. Vol. III, № 4, p. 254—286, 356—375.

lata Tschern., *Probosc. Kutorgae* Tschern., *Marginifera uralica* Tschern., *Marg. splendens* Norw. et Pratt., *Marg. involuta* Tschern., *Marg. (?) Aaagardi* Toula, *Marg. timanica* Tschern., *Conocardium uralicum* Vern., *Fusulina Verneuili* Moell., *Fusulina longissima* Moell., *Schwagerina princeps* Ehr. etc.

b. Calcaires argileux et oolitiques, abondants en *Productus Cora* d'Orb. (horizon à *Prod. Cora*), accompagnés de *Griffithides scitula* Meek et Worth., *Dielasma curvatum* Tschern., *Diel. bovidens* Morton, *Diel. millepunctatum* Hall., *Hustedia remota* Eichw., *Spirifer cameratus* Morton, *Spiriferina Saranae* Vern., *Rhynchopora Nikitini* Tschern., *Camarophoria crumena* Mart., *Meekella striato-costata* Cox., *Chonetes variolata* d'Orb., *Rhipidomella juresanensis* Tschern., *Rhipidomella uralica* Tschern., *Productus longus* Meek., *Productus semistriatus* Meek., *Pr. fasciatus* Kut., *Pr. multistriatus* Meek., *Pr. porrectus* Kut., *Pr. Inca* d'Orb., *Prod. Gruenewaldti* Krot., *Productus timanicus* Stuk., *Prod. orientalis* Tschern., *Prod. uralicus* Tschern., *Pr. Konincki* Vern., *Marginifera uralica* Tschern., *Marg. involuta* Tschern., *Marginifera (?) Aagardi* Toula, *Fusulina Verneuili* Moell. etc.

a. Au haut, calcaire corallien formé en entier de *Petalaxis timanicus* Stuck., *Columnaria solida* Ludw., *Syringopora parallela* Fisch., et renfermant en abondance *Omphalotrochus Whitneyi* Meek, accompagnés de *Productus Konincki* Vern. Keys., *Prod. porrectus* Kut., *Dielasma bovidens* Morton, *Rhynchopora Nikitini* Tschern., *Dielasma Moelleri* Tschern. etc. Au bas, calcaire gris rosé, plein de *Spirifer cameratus* Morton, *Productus semistriatus* Meek., *Prod. orientalis* Tschern., *Prod. fasciatus* Kut., *Prod. lobatus* Sow. *mut. russiensis* Tschern., *Camarophoria crumena* Mart., *Derbya crassa* Meek et Hayd. etc.

La section moyenne (C_2) des dépôts carbonifères de l'Oural du sud est composée de calcaires à *Spirifer mosquensis* Fisch. Au point de vue de la faune il est aussi facile de les distinguer des calcaires de la section supérieure que de ceux de la section inférieure. Cependant ils sont si étroitement alliés à ces derniers, tant pour l'extension de leur développement que pour leur caractère pétrographique, qu'il a été très difficile de les indiquer sur la carte à l'échelle de 10 verstes et que sur les cartes publiées par le Comité Géologique il a fallu marquer les deux sections inférieures par le même signe C_1.

La section inférieure C_1, également composée de calcaires, se divise en deux horizons: *a*—calcaires d'un gris foncé; *b*—calcaires d'un gris rosé clair ou blancs. Dans les coupes qui offrent les deux horizons, les calcaires *b* reposent sur les calcaires *a*. Au point de vue paléontologique les calcaires *a* et *b* ne présentent pas de différence essentielle, mais ils peuvent être distingués en partie d'après des indices pétrographiques assez constants, en partie par le développement relatif de l'une ou de l'autre forme. Quant à l'horizon inférieur *a*, il est caractérisé par d'abondants coraux *Syringopora gracilis* Keys., *Litho-*

strotion affine Mart., *Lithostrotion caespitosum* Mart. et par de nombreux restes de *Productus giganteus* Mart. et *Chonetes papilionacea* Phill.: en nombre moindre on y trouve *Productus striatus* Fisch. Au midi de l'Oural on rencontre dans cet horizon exclusivement *Athyris squamigera* de Kon. et *Phillipsia globiceps* Phill. L'horizon *b* abonde en *Productus striatus* Fisch., accompagnés de *Productus giganteus* Mart., *Productus semireticulatus* Mart., *Productus corrugatus* M'Coy, *Athyris variabilis* Moell., *Athyris expansa* Phill.

Dans la partie septentrionale de l'Oural les explorations récentes ont donné la possibilité de distinguer une double subdivision de la division inférieure C_1. A la base de cette division C_1 se trouvent *a* des dépôts de grès et d'argiles, interstratifiés par endroits de couches de houille. Au point de vue paléontologique ces dépôts sont principalement caractérisés par des restes végétaux (*Stigmaria ficoides* Brgn., *Noegerathia tenuistriata* Goepp. etc.), et par des restes d'animaux très rares. Encore plus bas on peut observer, sous les horizons inférieurs de ces grès argileux, une couche de calcaires, caractérisés par *Productus mesolobus* Phill., *Chonetes papilionacea* Phill., coraux etc., souvent abondants. Au-dessus de *a* s'étend une couche de calcaires *b* à *Productus giganteus* Mart., *Productus striatus* Fisch., *Chonetes papilionacea* Phill., *Athyris expansa* Phill., *Athyris variabilis* Moell. etc.

Dans la partie de l'Oural que nous considérons, il y a développement de toutes les trois sections du système dévonien. (Voir pour la description détaillée les monographies précitées, Mémoires du Comité Géologique, Vol. III, № 1, 3). Au versant occidental de cette partie de l'Oural, le dévonien supérieur est exclusivement représenté par l'étage inférieur D_3^1, correspondant par la faune à l'Ibergerkalk [1]).

La composition pétrographique du dévonien supérieur est assez uniforme, des calcaires d'un gris clair, parfois fortement dolomisés, parfois agglomérés, étant la roche dominante. La coupe la plus complète des dépôts du dévonien supérieur s'observe au-devant du Karataou, au sud-est.

Les calcaires carbonifères inférieurs à *Productus giganteus* sont directement surmontés d'un calcaire abondant en *Gephyroceras intumescens* Beyr., *Spirifer pachyrinchus* Vern., *Spirifer simplex* Phill., *Productus sericeus* Buch etc., qui passe vers le bas à des calcaires gris argileux, riches en *Rhynchonella cuboides* Sow., *Spirifer Buchardi* Murch., *Buchiola retrostriata* Buch, *Strophalasia productoides* Murch. etc. Ces calcaires ont pour base des grès quartzeux qui ne se trouvent que dans cette localité. Habituellement les calcaires D_3^1 recouvrent immédiatement le dévonien moyen.

Le dévonien moyen se divise en deux étages dont le supérieur—D_2^2—présente presque uniquement des calcaires et des dolomies, tandis

[1]) Les couches à Clymenia ne se trouvent que dans les parties plus méridionales de l'Oural, tant à l'ouest qu'à l'est de la chaîne.

que l'inférieur—D_2^1—plus varié au point de vue pétrographique, se compose de diverses marnes, de schistes, de grès et seulement en partie de calcaires.

L'étage supérieur D_2^2 offre deux horizons: l'horizon supérieur D_2^2b à *Spirifer Anossofi* Vern. renferme une faune très riche et correspond à l'horizon à *Stringocephalus* de l'Europe occidentale: l'horizon inférieur D_2^2a à *Pentamerus baschkiricus* Vern. et *Pentamerus pseudobaschkiricus* Tschern. ne semble pas être plus âgé que l'horizon à *Calceola*. Généralement les calcaires D_2^2b sont immédiatement superposés aux calcaires D_2^2a, mais par places ils sont séparés de ces derniers par une mince assise de grès quartzeux.

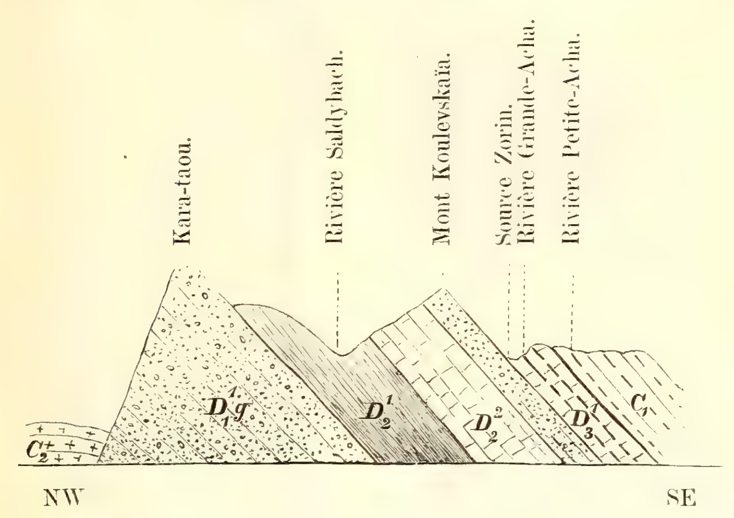


Fig. 1. Coupe transversale de la partie sud-ouest de la chaîne Kara-taou.

La variété dominante des calcaires D_2^2 est un calcaire gris foncé, presque noir, qui dégage sous le choc du marteau une odeur de naphte plus ou moins forte. En certains endroits ce calcaire passe à des dolomies, en d'autres il se présente aggloméré ou finement feuilleté.

L'étage D_2^1, dépourvu de fossiles, est composé de grès habituellement d'un gris vert, plus rarement jaunes ou bruns et, en grande partie, par des marnes diversement colorées et des schistes. Le changement fréquent de la couleur des plus minces couches des marnes rougeâtres, verdâtres ou grises, les a fait appeler marnes rubanées. Les calcaires D_2^2, de même que les calcaires et les marnes D_2^1, présentent assez souvent une structure très originale qui s'exprime sur la surface des couches par des rangées de saillies sphériques disposées comme des feuilles de chou (fig. 2) et, dans les coupes verticales, soit par des cones s'amincissant vers le haut (fig. 3) formés de lames rebondies, soit par des cylindres (fig. 4), composés également de lames rebondies, mais du

même diamètre. La description détaillée de cette structure et du mode de formation se trouve dans la description de l'Oural du sud (travaux du Comité Géologique, t. III, № 4, pp. 232—235).

Le dévonien inférieur de l'Oural du sud se distingue par une grande variété pétrographique. Les formations les plus développées sont des grès quartzeux sans feldspath, des arkoses et des conglomérats. Ces roches constituent les arêtes des chaînes parallèles les plus considérables de l'Oural du sud. Dans les hauteurs situées vers l'est on observe la transition graduelle des grès, des arkoses et des conglo-

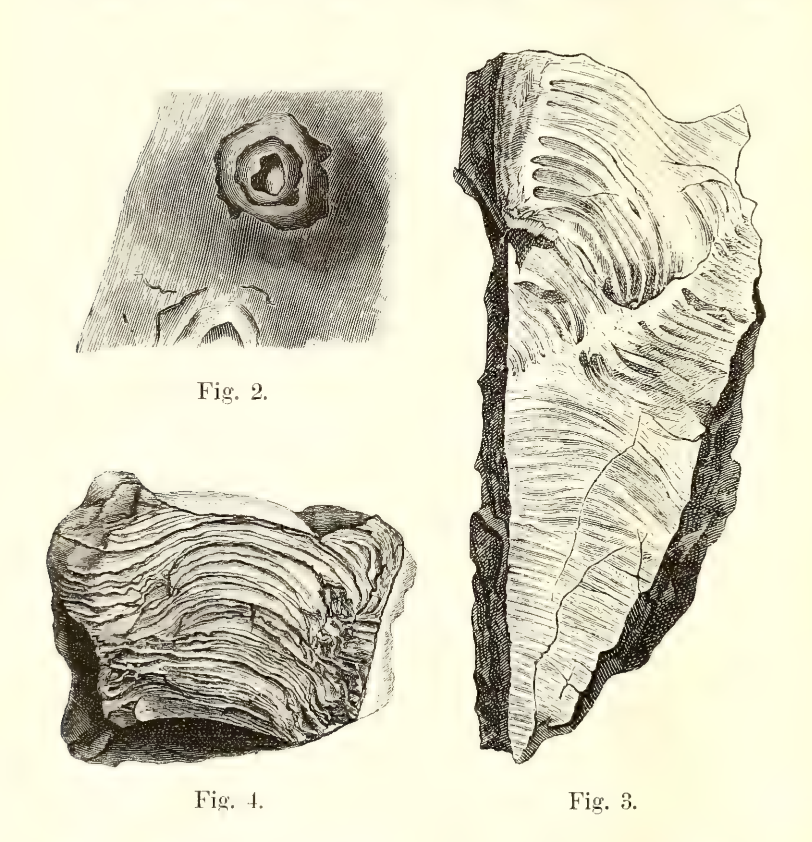


Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 3.

mérats à des quartzites compacts, chargés plus ou moins de mica. Il est facile de remarquer qu'à l'est d'une ligne, tracée par le Bakal et le Satka, les grès deviennent de plus en plus compacts, saccharoïdes (Zigalga, Nary, Souleïa, Chouida), par endroits riches en mica et qu'ils passent aux quartzites qui constituent les géants de l'Oural du sud, tels que l'Irémel, le Nourgouch, le Souka, l'Ourenga, le Chouida etc. Il est donc hors de doute que les quartzites micacés et compacts, de même que les schistes métamorphiques qui leur sont intimement alliés

et dont nous parleront plus loin, ne sont que des roches modifiées du dévonien inférieur.

La coupe la plus instructive du dévonien inférieur de l'Oural du sud se prolonge au sud de la ligne du chemin de fer depuis la chaîne du Zigalga jusqu'à l'Avniar, transversalement à la direction du Zigalga et du Bakti et traversant les rivières Yourézan, Avniar et Biélaïa. Cette coupe fait voir (fig. 5) la principale masse de l'assise des grès quartzeux D_1^1g entre deux assises schisteuses dont l'inférieure repose directement sur les calcaires les plus anciens D_1^1c à faune caractéristique. La roche dominante de l'assise schisteuse inférieure est un schiste noir à séricite, réfléchissant à la surface d'un gris d'acier quelquefois soyeux. Assez souvent on peut observer le passage de ces schistes à des variétés micacées et chloriteuses, très riches en magnétite et fer oxydé. Se chargeant de quartz, les schistes passent à des quartzites micacés ou talqueux. Par places le schiste noir argileux présente des inclusions de gros cristaux de pyrite et des pseudomorphoses de pyrite en limonite.

Ce schiste noir est associé dans la partie inférieure de l'assise D_1^1g à un schiste séricitеux, à peu près de la même composition que le noir, mais plus pauvre en matière charbonneuse et par conséquent d'une nuance plus claire.

Quand on a acquis une certaine habitude, il est facile de distinguer les schistes inférieurs, disposés sous l'assise de quartzites et de grès, des schistes qui surmontent cette assise. Ces derniers, de couleur, structure et composition très variées, n'ont jamais ce reflet de la surface plane, mais ils passent aussi, bien que très rarement et dans des cas exceptionnels, à des schistes chloriteux et ottrélitiques. Leur couleur, parfois rubanée, varie entre le gris foncé, presque noir, jusqu'au gris jaunâtre, verdâtre et rougeâtre.

Des grès marneux, des marnes et des calcaires occupent un rang secondaire dans l'assise D_1^1g.

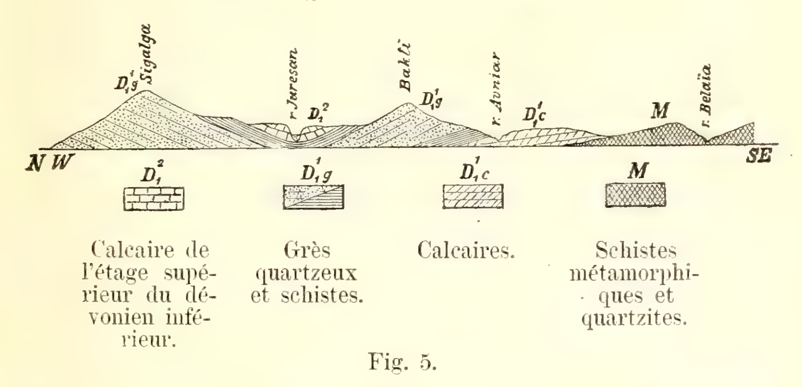


Fig. 5.

Une série de roches D_1^1g (fig. 5) sépare, comme nous l'avons dit, deux assises de calcaires essentiellement différentes au point de vue paléontologique. Les calcaires supérieurs (D_1^2), dont le type est déve-

loppé dans la vallée de l'Yourézan, renferment des couches subordonnées de schistes argileux et de grès marneux. Leur caractère paléontologique est décrit dans le mémoire „Die Fauna des unteren Devon am Westabhange des Ural“, par Th. Tschernyschew“ [1]). Cet horizon est surtout caractéristique par l'abondance en *Leperditia Barboti* Schmidt, petits trilobites du genre *Cyphaspis*, pentamères (*Pentamerus fasciculatus, Pentamerus baschkiricus*), restes de conchifères (*Conocardium crenatum* Stein., *Buchiola sexcostata* Roem.) et autres formes.

Les calcaires inférieurs D_1^1c, recouverts de l'assise D_1^1g et disposés souvent entre des roches métamorphiques (cours supérieur de la Biélaïa), se distinguent par des nuances plus claires et une structure marbreuse. Leur faune (décrite dans le travail sus-cité de Th. Tschernyschew) se distingue par une grande variété de formes: nombreux restes d'ostracodes, céphalopodes, *Platyceras*, représentants de *Hercynella* (*Hercynella bohemica* Barr.), conchifères originales (*Vlasta, Dalila*), brachiopodes de

Les calcaires D_1^1c apparaissent principalement dans la vallée de la rivière Biélaïa et de ses affluents, où ils présentent des affleurements plus ou moins importants au milieu des roches métamorphiques. Dans les parties plus septentrionales de l'Oural, ces calcaires, bien qu'ils affleurent en plusieurs points, sont entièrement muets au point de vue paléontologique.

L'Oural-taou, la chaîne maîtresse de l'Oural qui fait le partage des eaux, de même que des bandes de terrain considérables à l'ouest et à l'est de lui, sont constitués par les roches cristallines schisteuses *M* qui, comme nous l'avons dit, sont en relation intime avec les dépôts indubitablement paléozoïques, et qui ne sont elles-mêmes que des roches modifiées d'âge paléozoïque.

La roche la plus développée parmi celles du groupe *M* est un schiste micacé composé de quartz et de mica, auquel vient ordinairement s'ajouter une quantité plus ou moins grande de chlorite et de magnétite. Un élément constituant des micaschistes et des schistes micacés chloriteux d'un grand intérêt est l'orthose qui s'y trouve en grains irréguliers souvent déchirés. Très souvent les grains d'orthose sont enveloppés de quartz ou de mica, comme on l'observe dans les gneiss oeillés. De plus on peut observer très distinctement, le long du clivage, la substitution graduelle à l'orthose du quartz et du mica jusqu'à disparition complète de la matière feldspathique. Le remplacement de l'orthose et la transformation en schistes s'observe surtout aux points où la dislocation a été la plus énergique. L'inclusion la plus fréquente dans les micaschistes est la tourmaline: les cristaux en sont souvent cassés; quelquefois une partie du cristal est déplacée relativement à l'autre. La tourmaline se montre aussi souvent en cristaux courbés. Le micaschiste présente les mêmes traces de modifications mécaniques dans la gastal-

[1]) Mémoires du Comité Géologique. Vol. III, № 1.

dite qui se trouve en inclusions considérables dans les parties méridionales de l'Oural-taou.

Les micaschistes du district de Zlatooust renferment parfois beaucoup d'inclusions de grenats et de staurotide.

Le micaschiste et le schiste micacé chloriteux sont intimement liés, par des transitions graduelles, aux quartzites correspondants, très répandus dans la bande des schistes métamorphiques. Les quartzites présentent une série de variétés dues à la transformation et à la modification; la variété la plus proche des grès dévoniens, son type, est un aggrégat de quartz avec inclusion de quantités plus ou moins grandes de tourmaline et d'orthose. La disparition graduelle de l'orthose et sa substitution au mica blanc produit le passage visible du quartzite au quartzite micacé et au micaschiste. Des changements semblables s'observent dans les conglomérats qui deviennent conglomérats micacés, le ciment se chargeant de mica blanc (muscovite).

A côté des micaschistes on trouve très souvent dans l'assise *M* des schistes chloriteux dont quelques-uns, riches en épidote, peuvent être appelés schistes épidoto-chloriteux.

Le schiste amphibolique, une réunion d'amphibole et de quartz, contient parfois l'amphibole en si petite quantité que la roche mérite le nom de quartzite amphibolique.

Sur le versant ouest de l'Oural (district de Zlatooust) on observe aussi un développement considérable de roches amphiboliques plus ou moins nettement schisteuses, à structure cataclastique, qui sont le produit des changements dynamo-métamorphyques des roches massives (diabases et gabbros).

Les épidosites, très répandus dans le district de Zlatooust et, plus au sud, dans la région de la riv. Biélaïa, sont à considérer de pair avec les schistes cristallins.

Outre les schistes mentionnés, la région cristalline *M* comprend une série de roches argilo-schisteuses qui présentent dans leur composition divers rapports quantitatifs des éléments allogéniques et autigéniques. Ces roches montrent tous les passages des phyllites typiques aux schistes argileux clastiques du dévonien inférieur, développés dans les parties plus occidentales de l'Oural du sud; à mesure que l'on pénètre dans la région affectée par les procès orogéniques les plus intensifs, la quantité de matière autigénique augmente dans les schistes argileux.

Les roches massives sont uniquement représentées par des granites et des diabases. Les premiers affleurent en bandes plus ou moins considérables dans le canton minier de Zlatooust, auquel appartient également le plus grand mombre d'affleurements de diabase.

Parmi les granites on y distingue des gneisso-granites et des granites de l'aspect du rappakiwi. Les gneisso-granites présentent une structure cataclastique nette; on y reconnaît: orthose, plagioclase, quartz, biotite, muscovite, amphibole, magnétite, grenat et épidote; ce sont des granitites dynamo-métamorphosées. De grands cristaux (souvent des macles de Karlsbad) d'orthose rougeâtres à bordure d'un

vert pâle comme dans le rappakiwi, tranchent sur la pâte à gros grain des granites de l'aspect du rappakiwi, composée d'orthose, de plagioclase, de quartz, d'amphibole et de magnétite: ces cristaux ne diffèrent de ceux du rappakiwi qu'en ce que la bordure n'est pas de l'oligoclase, mais de l'orthose, Ces granites traversent les dolomies du dévonien moyen en filons et par conséquent ils ne peuvent être plus anciens que celles-ci.

Les diabases se trouvent intercalées en nappes, filons et massifs dans les dépôts dévoniens inférieurs et moyens. De belles coupes donnent la possibilité d'étudier tous les détails des effets du contact des roches massives avec les roches sédimentaires. L'influence du contact, tant dans les roches sédimentaires (calcaires et schistes) traversées par les diabases, que dans le magma de la diabase, se traduit par des phénomènes d'endomorphisme: le calcaire et le schiste durcissent au contact au point d'opposer une forte résistance au choc du marteau; en même temps le schiste argileux perd sa structure lamellaire et acquiert une séparation verticale qui le fait diviser en petits parallélipidèdes. Parfois aussi il est rubané le long de la ligne de contact. L'apparition du minéral chloritique à la surface de la stratification et de la séparation des roches sédimentaires est incontestablement l'effet d'une influence hydro-chimique ultérieure, survenue après le refroidissement et la décristallisation du magma diabasique. Quelquefois on voit la même fissure traversant la roche, tant sédimentaire que massive, remplie sur tout son long d'une substance chloritique. A un mètre environ du contact on peut observer dans la diabase toutes les modifications de structure, depuis la vitreuse jusqu'à holocristalline, sous l'effet des différentes conditions de consolidation du même magma à diverses distances du contact [1]).

En considérant la distribution des dépôts d'âge différent au versant occidental de l'Oural du sud, on s'aperçoit facilement que dans la direction de l'ouest les dépôts plus récents succèdent avec une certaine régularité aux dépôts plus anciens. Aux calcaires les plus anciens D_1^1c, paléontologiquement caractérisés, succèdent dans la direction verticale les dépôts littoraux de l'étage D_1^1g, qui passent peu à peu dans la direction horizontale à des schistes métamorphiques, des quartzites micacés et des conglomérats. L'étage D_1^1g, composé de roches résistant plus que les autres aux agents de dénudation, s'est conservé dans toutes les arêtes importantes de l'Oural du sud où il sert de base aux roches d'âge plus récent. L'étage D_1^2 qui contient la faune des horizons supérieurs du dévonien inférieur de l'Europe occidentale, se rencontre pour la première fois à une distance considérable de l'Oural Central, dans les vallées de la Yourézan, du Petit-Inzer, du Kataw etc.; cet étage repose en concordance parfaite sur l'étage de grès D_1^1g. Encore plus loin vers l'ouest, c'est le dévonien moyen D_2 qui affleure en permettant

[1]) Voir pour les détails Mém. d. Comité Géol. Vol. III, № 4, p. 197—199.

de voir l'horizon inférieur gréso-marno-schisteux D_2^1 et deux horizons supérieurs, l'un, D_2^2a, à *Pentamerus baschkiricus*, l'autre, D_2^2b, à *Spirifer Anossofi*. Le dévonien supérieur D_3 est surmonté en concordance par les calcaires carbonifères qui bordent en bande plus ou moins étroite le vaste développement des horizons sus-cités du dévonien, le séparant des dépôts permo-carbonifères d'Artinsk *CPg*. La disposition et les relations stratigraphiques des dépôts du versant occidental de l'Oural sont des indices évidents de ce que la mer qui avait baigné le pied de l'Oural durant toute la période paléozoïque, s'est retirée très lentement vers l'ouest, et que les forces orogéniques n'ont pas agi d'un coup.

Toutes les rivières importantes du versant occidental de l'Oural parcourent dans leur cours supérieur des vallées longitudinales tant synclinales qu'isoclinales: ensuite elles entrent, par un brusque coude vers l'ouest, dans les vallées transversales, coulant transversalement à la stratification des roches qui constituent la région montagneuse. L'ensemble des données géologiques de la région semble indiquer que toutes les vallées transversales sont des vallées d'érosion. Un des faits les plus intéressants en rapport avec le soulèvement graduel des chaînes et la formation des vallées transversales est celui, que l'Oural central ou Oural-taou, pui sert de faîte de partage des rivières sibériennes et européennes et qui est en même temps le pli le plus ancien parmi les plis parallèles formant l'Oural, est considérablement moins haut que les chaînes plus occidentales Irémel, Zigalga, Ourenga, Nourgouche, Taganaï etc. Cependant toutes les rivières importantes, bien qu'elles prennent naissance à des hauteurs relativement faibles, traversent ces chaînes occidentales beaucoup plus élevées, ayant des deux côtés de leurs vallées exactement la même disposition des couches.

Il nous reste à dire quelques mots sur le caractère des dépôts posttertiaires dans cette partie de l'Oural [1]. Il convient avant tout d'attirer l'attention sur l'absence complète dans cette région (comme en général sur toute l'étendue de l'Oural, jusqu'à la limite extrême au nord de la population à domicile fixe) d'indices certains de glaciers. Les vestiges incontestables d'anciens glaciers commencent sur la parallèle 61 et se continuent jusqu'au Yougorsky-Char. Dans toute la région vers le sud le caractère des dépôts posttertiares dépend soit d'un procès éluvial qui s'y est effectué (transformation mécanique et chimique des roches originaires „in situ"), soit d'un procès alluvial (action d'enlever les matériaux par l'érosion et de les déposer dans les vallées). Le caractère des vallées fluviales est très différent, comme nous l'avons déjà dit, dans la région des dépôts d'Artinsk et dans celles des dépôts plus anciens. Ici les vallées fluviales se présentent en gorges profondes.

[1]) Outre la description sus-citée de l'Oural du sud par Th. Tschernyschew, voir le travail du même auteur: Aperçu sur les dépôts posttertiaires en connection avec les trouvailles des restes de la culture préhistorique au nord et à l'est de la Russie d'Europe (Congrès Internat. d'Archéologie et d'Antropologie, XI session, Moscou. Vol. I, p. 35—56).

pauvres en formations alluviales, tandis que là elles sont relativement larges, avec deux terrasses fluviatiles distinctes, une supérieure plus ancienne, postpliocène, et une inférieure, formée de dépôts alluviens plus récents.

La terrasse supérieure est essentiellement constituée par une argile jaune brunâtre ou brune jaunâtre, plus ou moins sableuse et calcarifère, presque toujours nettement schisteuse. Parfois elle est poreuse, contient des concrétions calcaires et forme des parois escarpées rappelant le lœss; cette circonstance lui a fait donner par les explorateurs de l'Oural l'épithète d'argile lœssoïde. Outre l'argile brune on trouve dans ces terrasses des argiles d'un gris bleuâtre et des galets d'un aspect de conglomérats. Il n'est pas rare de rencontrer dans les dépôts des terasses supérieurs des restes de vertébrés éteints (*Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rhin. Merkii*, *Bos priscus*, *Bos taurus*, *Ovibos moshatus* etc.).

La composition pétrographique de la terrasse inférieure se distingue par sa grande variété de formations: diverses argiles, sables, galets, tufs calcaires, tourbes. Comparativement à la première terrasse, la seconde se dessine souvent en brusque saillie.

Je juge impossible de m'arrêter cette année-ci à l'histoire de la formation des terrasses fluviatiles. La question est d'ailleurs suffisamment traitée dans les articles sus-cités. J'observerai seulement que les résultats, fournis par les explorations du système de la rivière Biélaïa, ne laissent aucun doute sur les relations qui existent entre les terrasses supérieures et les dépôts de la transgression caspienne postpliocènes. Ces données permettent d'avancer que les dépôts des terrasses supérieures se rapportent à une époque où la mer Caspienne jouait le rôle d'une digue qui amenait l'exhaussement du niveau de la Kama et de la Biélaïa avec leurs affluents, et le décroissement de la rapidité de leur cours et de leur force érosive. A mesure que la mer Caspienne se retirait, la force érosive de nos fleuves devait augmenter, d'où résultait le rétrécissement et l'approfondissement de leurs lits et la formation des terrasses.

Pour ce qui est des formations éluviales très répandues dans l'Oural, nous devons dire que les données qui permettent d'établir leur classification chronologique sont loin d'être sufisantes. Le caractère général de ces dépôts est l'absence complète du triage des matériaux et le passage graduel aux roches originaires sous-jacentes. Le plus souvent les formations éluviales offrent des argiles et des sables qui renferment des fragments des roches dont la désagrégation a produit ces dépôts. Il est hors de doute que la plupart des sables aurifères de l'Oural doivent être attribués à ce type de dépôts posttertiaires.

Sous le rapport de la richesse en minéraux, l'Oural du sud jouit depuis longtemps d'une réputation méritée. Le versant occidental est surtout abondant en excellents minerais de fer. Quant aux gisements d'or, de chromite, de cuivre et de manganèse, ils y sont très peu développés et peu riches en comparaison de ceux du versant occiden-

tal. Le type des minerais de fer (fer oligiste et fer spathique) surtout développés dans l'horizon $D_1^1 g$, sera décrit quand nous parlerons du gisement de Bakal (description de l'itinéraire). De même, un chapitre spécial étant réservé aux mines minérales de l'Oural du sud, nous n'en dirons rien ici.

Description de l'itinéraire.

1-er jour.

Après avoir suivi la terrasse supérieure postpliocène de la rivière Sim, la voie ferrée s'engage, au delà de la station Ourman, dans la région des calcaires carbonifères supérieurs constituant les montagnes Kyssy-taou et Oulou-taou, qui occupent le coin formé par le confluent du Téliak et du Sim. Le versant de ces montagnes, vêtu de forêts, laisse voir en plusieurs points les calcaires de l'horizon C_3^c à *Schwagerina*. A gauche de la voie, à une distance d'environ $1^1|_2$ kilom., affleurent les depôts d'Artinsk *CPg* (marnes et couches intercalées de calcaire à fusulines) recouvrant le calcaire C_3^c à *Schwagerina*. Bien que cet affleurement soit si près du chemin de fer, et comme il n'y a pas de sentier qui y mène, il faut plusieurs heures d'une marche pénible pour y parvenir à travers la forêt vierge.

Après avoir franchi la montagne Kyssy-taou, le chemin de fer redescend sur la terrasse supérieure postpliocène du Sim qu'elle traverse jusqu'à la station Acha.

Bientôt la ligne entre dans une gorge, parcourue par le Sim. Le tableau entourant change d'un coup: à gauche, gênant le cours du Sim, se dressent les montagnes Worobiinya, à droite s'élève l'Ajigardak, laissant voir jusqu'à l'usine de Miniar une coupe ininterrompue des dépôts paléozoïques de l'Oural.

Pendant les deux premières verstes la voie ferrée traverse de puissantes saillies de calcaire C_3. A gauche du Sim et au sud de la voie ce calcaire plonge sous les grès, marnes, argiles schisteuses et calcaires de l'étage d'Artinsk (*CPg*). L'affleurement le plus grandiose du calcaire à *Schwagerina* se présente dans le Kazarmensky-Kamen, à paroi escarpée du côté du Sim. Une étroite saillie entre le Kazarmensky-Kamen et la rivière laisse passer le chemin de fer. Des couches de calcaires, toutes remplies de fossiles bien conservés, se dressent en parois abruptes le long de la voie.

On y trouve: *Phillipsia Gruenewaldti* Moell., *Agathiceras cf. uralicum* Karp., *Conocardium uralicum* Vern., *Dielasma plica* Kut., *Diel. Moelleri* Tschern., *Notothyris nucleolus* Kut., *Hemiptychina sublaevis* Waag., *Spirifer panduriformis* Kut., *Sp. rectangulus* Kut., *Sp. cameratus* Morton., *Spiriferina ornata* Waag., *Spir. Panderi* Moell., *Spir. saranae* Vern., *Hustedia remota* Eichw., *Rhynchonella Wangencheimi* Pand., *Rhynch. Keyserlingi* Moell., *Rhynch. granulum* Eichw., *Camarophoria plicata* Kut., *Cam. pinguis* Waag.,

Pugnax granum Tchern., *Mentzelia rostrata* Kut., *Mentz. corculum* Kut., *Martinia Sokolovi* Tchern., *Reticularia lineata* Mart., *Derbya grandis* Waag., *Chonetes uralica* Moell., *Productus boliviensis* d'Orb., *Pr. Gruenewaldti* Krot., *Pr. semistriatus* Meek., *Pr. orientalis* Tschern. *Pr. Cora* d'Orb., *Pr. tenuilineatus* Vern., *Pr. mexicanus* Shum., *Proboscidella genuina* Kut., *Prob. Kutorgae* Tschern., etc.

En peu avant d'arriver à l'embouchure de la riv. Karagaï-Elga on peut voir le calcaire carbonifère supérieur C_3 remplacé tout d'un coup par les schistes et grès de l'étage inférieur D_2^1 du dévonien moyen. La faille qui les sépare se voit des deux côtés du Sim, tant à l'extrémité sud-occidentale des montagnes Worobiinyia et du Kara-taou que, vers le sud de la rivière, au bout sud-occidental de l'Ajigardak.

Plus loin, depuis l'embouchoure de la riv. Karagaï-Elga jusqu'à la station Miniar, le chemin de fer longe la rive droite du Sim qui coule ici dans une vallée synclinale dont voici la coupe schématique.

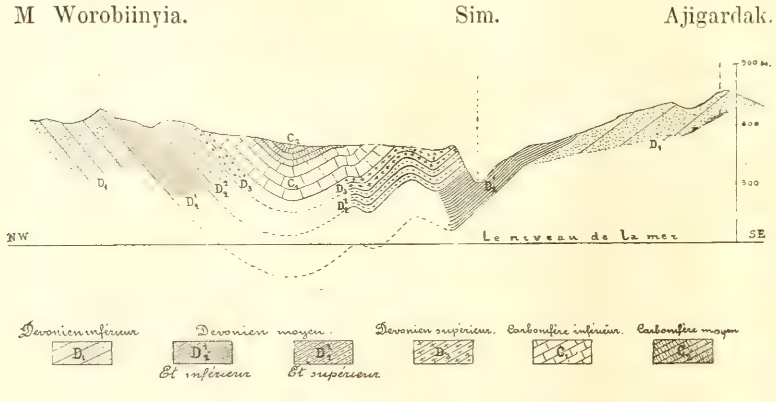


Fig. 6.

Au nord-ouest le pli synclinal est délimité par les montagnes Worobiinyia, au sud-est par l'arête de l'Ajigardak, formée de grès du dévonien inférieur. Les deux ailes du pli offrent exactement la même succession des couches: marnes, calcaires, schistes et grès D_2^1, reposant sur le dévonien inférieur et recouverts des calcaires et dolomies du dévonien moyen D_2^2. Au-dessus de D_2^2 viennent les calcaires agglomérés D_3, surmontés successivement par les calcaires carbonifères et les dolomies C_1 et C_2. La vallée du Sim, se dirigeant obliquement à l'axe du pli, coupe, à partir de l'embouchure de la Karagaï-Elga, toute la série des dépôts depuis les calcaires carbonifères inférieurs C_1 jusqu'à la base du dévonien moyen D_2^1. Sur le parcours que nous décrivons, la section carbonifère inférieure C_1 est représentée par des calcaires gris et blancs et des dolomies pauvres en fossiles. Les points les plus fossilifères se trouvent à deux verstes environ de l'embouchure de la Karagaï-Elga; quelques-unes des couches d'un calcaire cristallin blanc



Panorama général de l'usine de Miniar. Vue prise de l'élévation au bord oriental du lac

y abondent en *Productus giganteus* Mart. et *Chonetes papilionacea* Fisch. Les calcaires agglomérés gris clair du dévonien supérieur D_3, également pauvres en fossiles, renferment par places *Spirifer Archiaci* Murch., *Productella subaculeata* Murch., *Schizophoria striatula* Schloth., *Orthothetes umbraculum* Schloth. etc. L'étage supérieur du dévonien moyen D_2^3, composé aussi de calcaires et de dolomies, est incomparablement mieux caractérisé au point de vue paléontologique: outre des individus typiques de *Spirifer Anossofi* Vern. il renferme par endroits en abondance d'autres formes. Les calcaires les plus proches du chemin de fer, en aval de l'embouchure de la rivière Chaouwloma-Elga, sont particulièrement riches en fossiles: on y trouve en profusion *Spirifer Maureri* Holz., *Athyris concentrica* Buch., *Atrypa reticularis* Linn., *Atrypa aspera* Schloth., *Rhynchonella subtetragona* Schnur, *Camarophoria formosa* Schnur, *Schizophoria striatula* Schloth., *Rhipidomella eifliensis* Vern., *Pentamerus galeatus* Dalm., *Stropheodonta interstrialis* Phill., *Productella subaculeata* Murch., *Pseudocrania obsoleta* Goldf. etc.

En aval du confluent du Chalachow et du Sim on voit des coupes très nettes des dolomies D_2^2 à structure à lames rebondies dont nous avons fait mention dans l'esquisse générale (pp. 9—10).

A une verste en aval de l'embouchure de la Biarda jaillit au bas de l'escarpement une source connue sous le nom de „Propachtchy“ (Perdu). Ce nom provient de ce que la source devient périodiquement plus forte et plus faible: tantôt elle tarit presque entièrement, se perdant sous la voie du chemin de fer, tantôt, grossissant peu à peu, elle arrive à son maximum pour recommencer ensuite à diminuer et reprendre son premier état. Ce phénomène se répète à des intervalles réguliers. Entre la plus forte crue et le plus grand abaissement de l'eau il se passe à peu près 3 minutes.

Près de l'embouchure de la Biarda on voit les calcaires D_2^2 superposés à D_2^1. A l'amont de l'embouchure on trouve de part et d'autre du Sim une série de très belles coupes de l'étage D_2^1. Les roches dominantes de cet étage sont des marnes d'un gris verdâtre ou rouges et des grès argileux. Ces marnes, de couleurs différentes à la surface exposée à l'air, ont donné le nom aux montagnes des environs: Zélionaïa (Verte), Krassnaïa (Rouge), Sinaïa (Bleue), Biélaïa (Blanche) etc. Paléontologiquement l'étage D_2^1 est muet. Au pied des hauteurs constituées par D_2^1 est située la station Miniar.

2-me jour.

Les environs de l'usine de Miniar sont une des localités les plus pittoresques sur le versant occidental de l'Oural du sud. L'usine, située au confluent des rivières Miniar et Sim, est entourée de tous les côtés de hauteurs qui descendent escarpées vers l'étang de l'usine. Le panorama général (voir la planche B) pris de l'élévation au bord oriental du lac, fait très bien voir le caractère et la structure de

ce lieu. A droite on aperçoit l'embouchure du Miniar, encaissée entre les parois abruptes du calcaire dolomitique gris clair D_2^2 qui plonge vers le nord. Dans le village à droite du Sim on voit à nu les grès D_2^1. Plus à gauche on voit au loin les escarpements des montagnes Krassnaïa et Sinaïa qui sont composées des marnes et calcaires argileux D_2^1. Les mêmes roches constituent la montagne Pojarnaïa qui avance à gauche en forme de cap. Au second plan on voit l'Ajigardak, constitué par les grès quartzeux et les arkoses du dévonien inférieur D_1^1g. En amont du Miniar les calcaires dolomitiques D_2^2 plongent sous les calcaires du dévonien supérieur D_3 et ceux-ci, à leur tour, sous les dépôts carbonifères.

La vuede de l'usine de Miniar fait clairement voir que les vallées du Sim et du Miniar sont des vallées d'érosion.

Le parcours de l'usine de Miniar à la station Simskaïa se distingue très peu de ce que les excursionnistes auront vu la veille. La voie suit le cours sinueux du Sim qui coule dans une gorge profonde, constituée dans sa première partie par des dépôts dévoniens. A partir de l'embouchure de la rivière Malouyouz, c'est à dire à commencer du point où s'approche l'extrémité nord-orientale de l'Ajigardak, composée des grès dévoniens inférieurs D_1^1g, on peut observer du bas en haut, le long du chemin de fer, l'étage D_2^1, les calcaires et dolomies D_2^2, les calcaires à *Spirifer Archiaci* D_3 et les calcaires carbonifères inférieurs C_1. De même qu'à l'aval de l'usine de Miniar, les dolomies D_2^2 présentent par places la structure à lames rebondies cylindrique très nette. A deux verstes vers l'aval de la Kalosléïka affleurent les calcaires C_1 renfermant en abondance des foraminifères (*Endothyra parva* Möll., *Fusulinella Struvii* Möll., *Archaediscus Karreri* Brady) et des restes de *Productus striatus* Fisch., *Chonetes papilionacea* Phill. etc.

En amont de l'embouchure de la Kalosléïka, la rivière Sim coule au milieu des dépôts d'Artinsk (grès gris clair et marnes, intercalés de calcaires) qui participent à la composition d'un vaste champ s'avançant en large golfe dans la région des dépôts carbonifères et dévoniens. Les calcaires intercalés dans les grès et les marnes d'Artinsk consistent sur toute leur étendue en tiges de crinoïdes, foraminifères (grosses *Fusulina Verneuili* Möll.) et bryozoaires (*Geinitzella columnaris var. ramosa sparsigemmata* Waag.), avec beaucoup de brachiopodes, la plupart en débris (*Chonetes uralica* Möll., *Derbya crassa* Meek & Hayd., *Productus pseudoaculeatus* Krotow, *Pr. Cora* d'Orb., restes de *Dielasma, Mentzelia* etc.)

A l'entrée dans la région des dépôts d'Artinsk la vue du paysage change de nouveau. Vers le sud s'ouvre la vaste vallée du Sim, bordée de hauteurs aux contours arrondis. La vallée qui atteint parfois 5 verstes de largeur, est occupée par de vastes prés et champs labourés qui contrastent beaucoup avec la gorge que le chemin de fer vient de traverser. A l'ouest la vallée est bordée par les montagnes Ilmovya, constituées par les dépôts carbonifères et d'Artinsk, à l'est par une



Les bords du lac de Sinisk. Vue prise de l'est.

rangée de collines que domine une élévation conique, connue sous le nom de Chélyvaguina Chichka. Toutes ces collines sont composées de dépôts d'Artinsk, de grès, de marnes et de calcaires qui affleurent dans les ravins entre les collines. La vallée elle-même est formée d'alluvions fluviatiles d'une puissance considérable.

Les bords pittoresques du lac de l'usine de Simsk (voir pl. C) offrent une coupe classique pour l'étude des dépôts d'Artinsk et des sédiments carbonifères sousjacents. Comme le fait voir la carte (fig. 7), le lac de Simsk fait une vive courbure vers le sud, en répétant plusieurs fois la même coupe des dépôts d'Artinsk et des sédiments carbonifères. Un rocher conique d'un aspect original se dresse au milieu de l'étang, joint au bord septentrional par un isthme très étroit. Si l'on suit le bord orien-

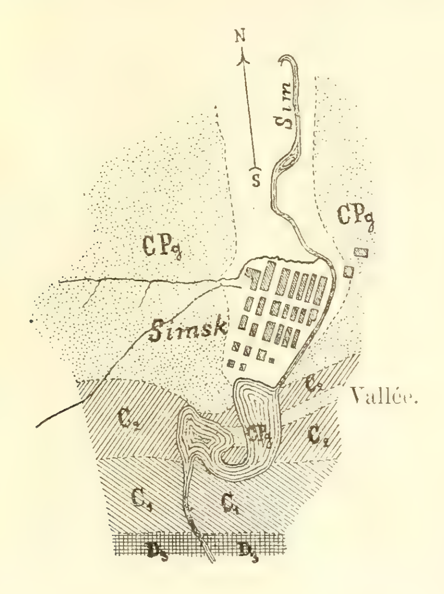


Fig. 7.

tal du lac, on voit près de la digue une belle coupe (fig. 8) de l'escarpement des dépôts d'Artinsk, offrant des alternances de marnes, de grès marneux et de calcaire qui se brisent en minces dalles. Quelques-unes des couches de grès et de marne gréseuse contiennent une faune très riche et variée de céphalopodes, mais toutes les coquilles sont déformées et aplaties. Cette faune qui a été décrite par A. Karpinsky[1]) présente les formes suivantes: *Parapronorites tenuis* Karp., *Paraprono- rites latus* Karp., *Parapronorites Majsisoviczi* Karp., *Medlicottia* sp., *Medlicottia artiensis* Gruen., *Gastrioceras Nikitini*

[1]) A. Karpinsky.

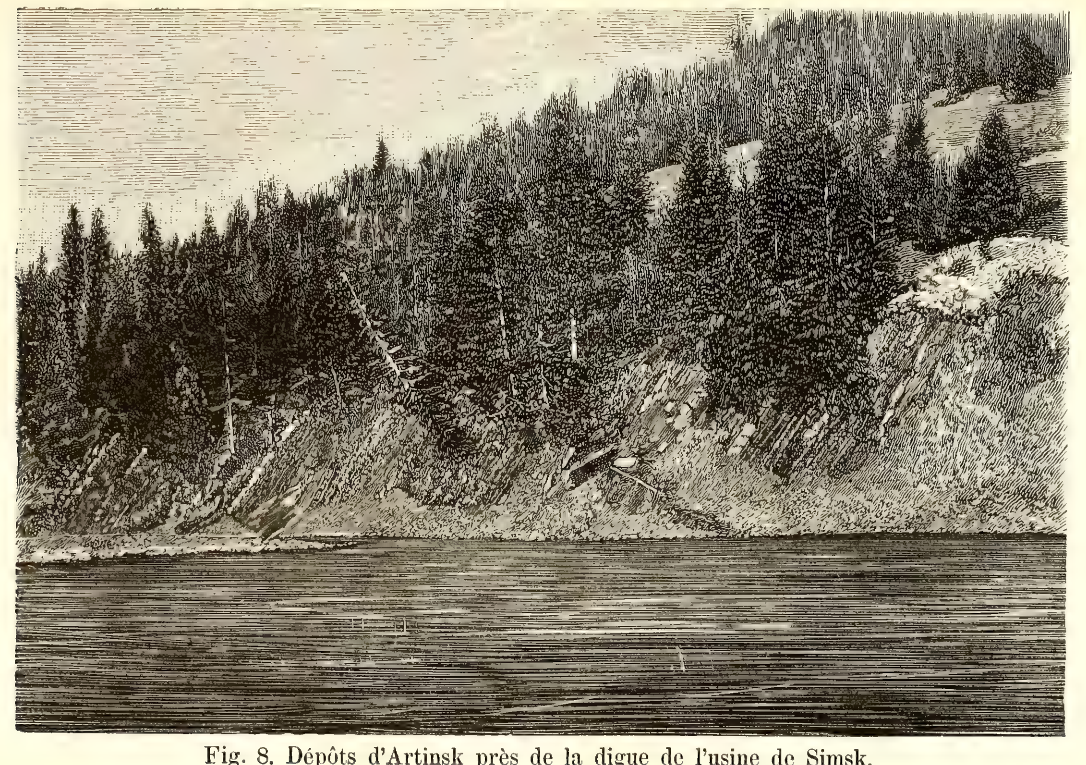


Fig. 8. Dépôts d'Artinsk près de la digue de l'usine de Simsk.

Karp., *Agathiceras uralicum* Karp., *Popanoceras Lahuseni* Karp., *Paraceltites* (?) sp.

Les calcaires qui alternent avec les grès consistent par places presque en entier en grosses fusulines (*Fusulina Verneuili* Moell.). Près de la même digue on voit apparaître de dessous les grès d'Artinsk et en concordance avec lui le grès carbonifère qui contient, avec coquilles de *Fusulina Verneuili* Moell., *Productus semireticulatus* Mart., *Productus longispinus* Sow., *Martinia glabra* Mart., des restes de *Dielasma* et de *Spirifer* (du type de *Spirifer mosquensis* Fisch.).

Plus loin au sud une profonde vallée transversale descend vers le lac. Le penchant méridional de cette vallée laisse voir à nu un calcaire gris foncé compact, tout rempli de restes de *Productus semireticulatus* Mart., *Productus longispinus* Sow., *Productus pustulosus* Phill., *Orthothetes crenistria* Phill., *Schizophoria resupinata* Mart. etc.

Le bord escarpé de l'extrémité sud du lac est constitué par un calcaire cristallin blanc avec nombreux *Chonetes papilianacea* Phill., *Productus giganteus* Mart. et *Productus striatus* Fisch.

Lorsque de l'autre côté de la digue on suit le bord nord du lac, on aperçoit le long du chemin des affleurements du même calcaire carbonifère qu'on a vu à l'est, à l'extrémité de la digue. A 40 mètres à peu près au-dessus de l'eau, ce calcaire est recouvert des dépôts d'Artinsk qui se continuent jusqu'à la route postale, aujourd'hui abandonnée.

L'isthme étroit qui relie l'élévation conique au milieu du lac au bord nord, offre du côté occidental une coupe très curieuse des dépôts d'Artinsk refoulés en plis complexes, adossés au sud au calcaire

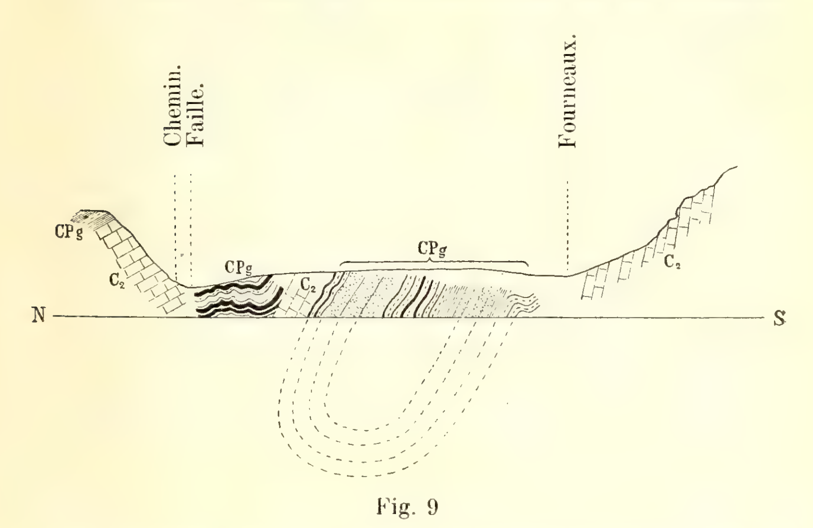


Fig. 9

carbonifère dont les couches presque verticales sont identiques avec le calcaire au sud de la vallée latérale près du rivage oriental du lac. La figure schématique (fig. 9) montre la disposition des couches

d'Artinsk de l'isthme entre les calcaires carbonifères déchirés par une grande faille.

La vallée tranversale qui vient descendre de l'est vers le lac (fig. 7), en séparant les deux assises de calcaires mentionnées plus haut, correspond aux dépôts d'Artinsk de l'isthme au rivage oriental de l'étang.

Si l'on suit la Sim vers l'amont, on peut voir une coupe des calcaires carbonifères, identique avec celle du bord occidental du lac. Le caractère des roches pittoresques qui font la bordure de l'étang, est très bien représenté sur la fig. 10.

Non loin du confluent de la Kouriak avec la Sim on peut voir des affleurements d'un calcaire aggloméré gris clair, identique avec les calcaires dévoniens supérieurs qu'on a déjà vus sur le parcours entre Miniar et la station de Simsk.

Pour terminer la description des environs de l'usine de Simsk, nous ferons remarquer que cette partie de la vallée du Sim présente un des exemples les plus instructifs d'une vallée d'érosion.

Retour le soir à la station Simsk.

3-me jour.

A partir de la station Simsk la ligne du chemin de fer suit la vallée de l'Eralka. Cette rivière coule entre des dépôts d'Artinsk du même type que ceux dont nous avons déjà pris connaissance. D'abord on voit des deux côtés de la ligne de belles forêts de pins, mais bientôt elles font place à des champs et des prairies ondulés. Le paysage garde cet aspect jusqu'à la descente dans la vallée de la rivière Berdiach. Là, à 5 verstes du village bachkir Yakhia, situé non loin de la frontière du canton minier de Simsk, nous rencontrons de nouveau les calcaires carbonifères. Les meilleures coupes de ces calcaires commencent au village Yakhia. De là les excursionnistes se rendront à pied à la station Oust-Kataw.

Au village Yakhia on aperçoit dans de bonnes coupes le calcaire compact gris foncé C_2, légèrement incliné vers SW 250° et contenant en abondance *Productus semireticulatus* Mart., *Prod. longispinus* Sow., *Prod. corrugatus* M'Coy, *Orthothetes crenistria* Phill., *Athyris ambigua* Sow., *Reticularia lineata* Mart. etc. En aval du village Yakhia ce calcaire est superposé à un calcaire gris foncé à grosses *Euomphalidae* et nombreux *Productus giganteus* Mart. bien conservés. La première tranchée au-delà du village Yakhia offre la meilleure coupe de ces calcaires.

Après avoir franchi le pont, la voie ferrée entre dans une autre tranchée profonde, au haut de laquelle les calcaires, agglomérés par places, présentent une nuance plus foncée, tandis que vers le bas ils sont d'un gris clair. Les deux abondent en coquilles de *Productus striatus* Fisch. Les couches sont inclinées vers W et plongent sous le calcaire précédent à *Productus giganteus* Mart.

La tranchée suivante met à nu un calcaire gris dolomisé D_3 à

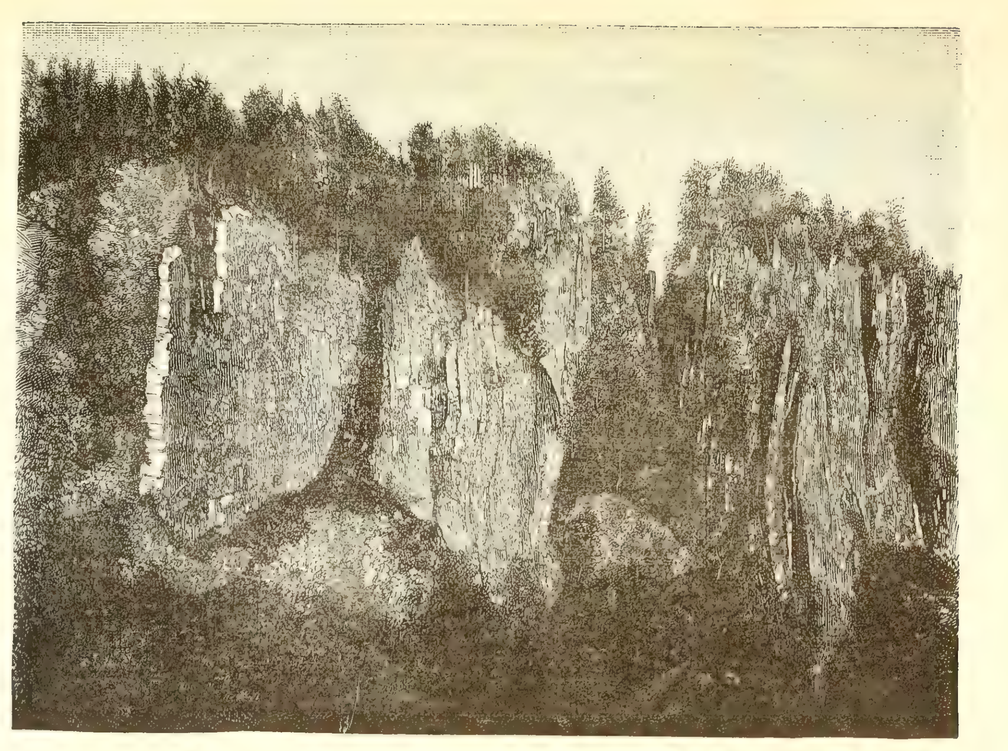


Fig. 10. Calcaires carbonifères au bord du lac de Simsk.

Spirifer Whitneyi Hall., couché sur le calcaire gris foncé compact et aggloméré D_2^2 à *Spirifer Anossofi* Vern.

Ces derniers calcaires se montrent sur tout le parcours suivant du Berdiach qui, faisant un coude aigu, ne coupe que l'assise D_2^2b. Des roches pittoresques, dont les couches manifestent le même plongement vers l'ouest, accompagnent le cours de la rivière jusqu'à sa jonction avec la Yourézan. La vallée de la Yourézan, qui offre à l'amont de l'embouchure du Berdiach un bel exemple de vallée d'érosion, est bornée d'une part et d'autre de murailles presque continues de calcaires à *Spirifer Anossofi* se continuant jusqu'à Oust-Kataw.

Les rives de la rivière près de l'usine d'Oust-Kataw sont devenues classiques pour la richesse et la variété des fossiles qu'elles renferment. Outre *Spirifer Anossofi* Vern. qui s'y trouve en masse et en bonne conservation, les formes les plus habituelles des calcaires d'Oust-Kataw sont: *Bellerophon tuberculatus* Fer. et d'Orb., *Platyschisma uchtensis* Keyserl., *Platyschisma kirchholmiensis* Keyserl., *Spirifer canaliferus* Valenc., *Spirifer elegans* Stein., *Spir. subcomprimatus* Tschern., *Atrypa alinensis* Vern., *Atrypa reticularis* Linn., *Atrypa desquamata* Sow., *Atrypa aspera* Schloth., *Rhynchonella livonica* Buch, *Camarophoria megistana* Le Hon, *Pentamerus galeatus* Dalm., *Schizophoria striatula* Schloth., *Productella Hallana* Walcott, *Lingula subparallela* Sandb., *Cyathaphyllum caespitosum var. breviseptata* Frech, *Alveolites suborbicularis* Lam. etc.

De l'autre côté de la rivière on voit à nu des grès argileux dalleux et des schistes argileux d'un gris verdâtre ou bruns, plongeant sous les calcaires précédents. Ces schistes et grès D_2^1 constituent la montagne Chikhan près de l'usine d'Oust-Kataw et les montagnes Kladenaïa et Vichnovaïa au sud.

Après l'examen des coupes d'Oust-Kataw les excursionnistes reviendront à la station et y passeront la nuit.

4-me jour.

Parcours jusqu'à la station Wiazowaïa.

Comme le fait voir la coupe géologique (fig. 11), la même série des dépôts dévoniens qu'on a vus les jours précédents, se répète plusieurs fois entre Oust-Kataw et Wiazowaïa.

Le chemin de fer suit tout le temps la rive droite de la Yourézan. Des deux côtés de la rivière on voit la même coupe pittoresque presque ininterrompue dont la fig. 11 représente le schème. Aussitôt après avoir dépassé Oust-Kataw et le village Choubina, la voie longe le pied de la montagne Medvéjaïa, où l'on voit les grès, marnes et schistes D_2^1 plongeant vers W, se remplacer brusquement par des calcaires plus recents D_2^2, qui ont la même inclinaison. Après cette faille les calcaires D_2^2 se remplacent régulièrement par les roches subordonnées D_2^1 qui forment dans la montagne Souléïmanka un pli anticlinal. La station Wiazowaïa se tient sur les calcaires de l'aile orientale de ce pli.

A la station Wiazowaïa les excursionnistes quittent le chemin de fer qui se continue jusqu'à la station Souléïa par un terrain exclusivement composé des calcaires gris foncés D_2^2 et D_3, desquels on a suffisamment pris connaissance. Les géologues pourront aller en voitures, par le village Pervoukhina, à la mine de Bakal. Le chemin, peu fréquenté mais intéressant, traverse une contrée montueuse et franchit les arêtes Youkala et Chouida qui offrent une répétition nette des assises dévoniennes inférieures et moyennes, produites par une série de failles consécutives. La tectonique de la contrée entre la station Wiazowaïa et le village Perwoukhina est représentée sur la coupe (fig. 11) et n'exige point d'explication.

A partir du village Perwoukhina le chemin détourne vers le nord-est pour traverser une large cuvette, délimitée à l'ouest par l'arête Chouida, en franchissant une série d'élévations isolées, séparées les unes des autres par des vallées transversales, dans lesquelles des ruisseaux courent rejoindre la rivière Boulanka.

Au sortir du village Perwoukhina le chemin entre aussitôt dans la région des dépôts du dévonien inférieur (grès et schistes traversés par des diabases) et, se continuant sur le flanc oriental du Chouida, suit à peu près la même direction que les dépôts dévoniens inférieurs qui constituent l'arête. Au village Roudnitchnaïa s'ouvre une vue magnifique sur les alentours: à gauche se dessinent les rochers de l'arête Chouida au relief déchiqueté; à gauche se dresse la montagne Irkouskan à silhouette non moins capricieuse; au nord s'étale la vallée de la

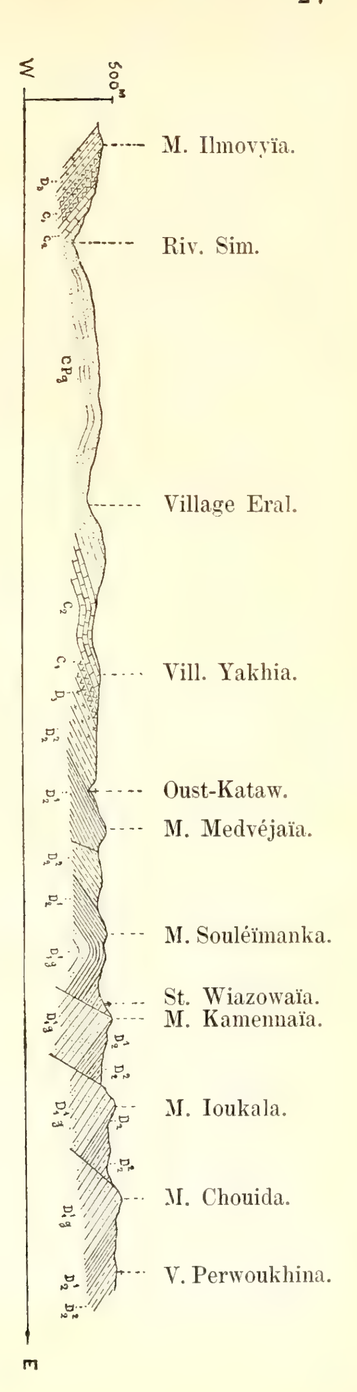


Fig. 11.

Boulanka, fermée au nord par la montagne Boulandikha qui se montre comme une partie arrachée du Chouida. Ces trois montagnes, lieu classique pour l'étude de la composition du dévonien inférieur, sont du plus haut intérêt pratique à cause de leur richesse inépuisable en excellent minerai de fer desservant les cantons miniers de Simsk, de Kataw, de Yourézan et de Satkinsk. Les mines s'exploitent depuis près d'un siècle et demi, mais jusqu'ici les travaux se font uniquement à ciel ouvert. Bien des années s'écouleront encore avant qu'on ait besoin d'entamer des travaux souterrains. Les plus de 100.000 tonnes de minerai, fournies annuellement par les mines de Bakal, se fondent aux usines de Simsk et de Nikolaïewsk (appartenant à Mrs. Balachew), de Kataw-Iwanowsk et de Yourézan (appartenant au prince Biélosselsky-Biélosersky), de Satkinsk (propriété de la Couronne). L'exploitation des mines de Bakalsk, insignifiante comparativement à leur richesse, trouve son explication en ce que tous les travaux métallurgiques dans l'Oural du sud se font, à défaut de combustible minéral, au charbon de bois, dont la quantité dépend de la croissance annuelle des forêts. Toute la région minière est divisée en différentes parts appartenant à m-rs Balachew, au prince Biélosselsky-Biélosersky et à la Couronne. Ce n'est que dans les principaux centres d'exploitation de chacun de ces propriétaires que l'on trouve des bâtiments assez vastes pour y passer la nuit. Une de ces maisons est située sur le versant occidental du Boulandikha; elle appartient à la Couronne. La seconde, sur le versant occidental de l'Irkouskan, appartient à m-rs Balachew. La troisième enfin est placée sur le versant oriental de l'Irkouskan, près de la mine Okhriano-Iwanovsk, dont le prince Biélosselsky-Biélosersky est le propriétaire. C'est dans ces trois maisons qu'on se propose de loger les excursionnistes pour la nuit.

5-me jour.

L'examen des coupes géologiques commencera à partir de l'arête Irkouskan (voir pl. D). Au sommet s'élève un pavillon d'où s'étend une vue splendide sur les hauteurs environnantes; à l'est et au sud-est se dressent à pentes raides les sommets nus des monts Souka, derrière lesquels s'élève en amphithéâtre la montagne Ouwan et la crête sauvage et peu accessible du Nourgouch, la montagne la plus haute dans les limites du district de Zlatooust. Vers le nord-est on voit les cimes du Zuratkoul, tandis que vers le nord s'ouvrent les vallées du Bakal et de la Satka, avec l'usine de Satkinsk dans la dernière. Dans la direction du sud s'abaisse la large vallée de la rivière Boulanka qui tombe dans la Yourézan. Tout le panorama est borné à l'ouest par la chaîne Chouida et le Boulandikha, à l'arrière-plan desquels apparaissent les plus hauts sommets du Souléïa. Les crêtes rocheuses de ces chaînes, consistant en grès quartziteux, se dessinent en relief en leurs contours phantastiques. Leurs versants sont couverts d'énormes éboulis des mêmes grès et quartzites, rendant très pénible l'accès du sommet. Les



Vue du Mont Boulandikha sur l'Irkouskan et le Grand-Souka.

amoncellements de grès d'un blanc de neige et de quartzites qui descendent dans les vallées latérales, offrent un aspect très original; de loin ces traînées de pierres ressemblent à de vrais cours d'eau, tant le caractère de leurs sinuosités rappelle les véritables torrents.

Ces chaînes qui entourent les mines de Bakal offrent à peu près la même succession des couches du dévonien inférieur $D_1^1 g$, c'est-à-dire du haut en bas:

a) Quartzites et grès constituant les crêtes.
b) Schistes diversement colorés (gris clair, gris jaunâtre, verdâtre et rougeâtre) renferment des assises subordonnées de calcaires gris dolomisés, souvent d'une puissance considérable.
c) Schistes quartziteux, schistes sériciteux, dolomies noires et grises et schistes argileux, formant le lit de la série métallifère des gisements de Bakal.

Ces roches sont traversées de diabases sous forme de dykes et de massifs, ou s'étalant en nappes au milieu des roches schisteuses *b*. Les diabases sont le plus souvent altérés sous l'influence de phénomènes hydrochimiques ou dynamo-métamorphiques.

Les masses minérales (fer oligiste, fer spathique) sont exclusivement concentrées dans les limites de l'horizon *b* où les gîtes minéraux, sous forme de strates, atteignent parfois une puissance de 40 mt. et davantage; quelquefois d'ailleurs le minerai se présente en nids.

Il suffit d'un coup d'oeil rapide sur ces gisements pour se convaincre de la liaison intime qui existe entre les gîtes minéraux et les calcaires dolomitiques et suivre pas sur pas la transition des calcaires en fer spathique et du fer spathique en fer oligiste. Au début de l'exploitation des mines de Bakal on n'en retirait que du fer oligiste qu'on trouvait à une faible profondeur sous la surface du sol; depuis, à mesure que les travaux avançaient dans les profondeurs, on y rencontra le fer spathique avec passage au calcaire dolomitique.

La carte jointe (fig. 12) et la coupe transversale de l'Irkouskan et du Boulandikha (fig. 13) pourront servir d'illustration à la distribution des dépôts dévoniens inférieurs et à leur tectonique dans le rayon minier. Le profil joint (fig. 13) fait clairement voir que l'Irkouskan et le Boulandikha présentent dans leur vue d'ensemble deux plis anticlinaux, déchirés par une série de failles allant le long des chaînes. Grâce à cette constitution, les mêmes masses minérales se retrouvent en lambeaux sur plusieurs points, ce qui complique considérablement l'exploitation. La rivière Boulanka coule dans une vallée synclinale, formée par le versant oriental du Boulandikha et le flanc occidental de l'Irkouskan.

Le rapprochement de toutes les données concernant la structure du Boulandikha et de l'arête Chouida, dans le versant de laquelle sont disposées les mines Ouspenskié, fait croire que la portion nord de l'arête Chouida était originairement une partie du Boulandikha, arrachée et poussée dans la suite vers l'ouest.

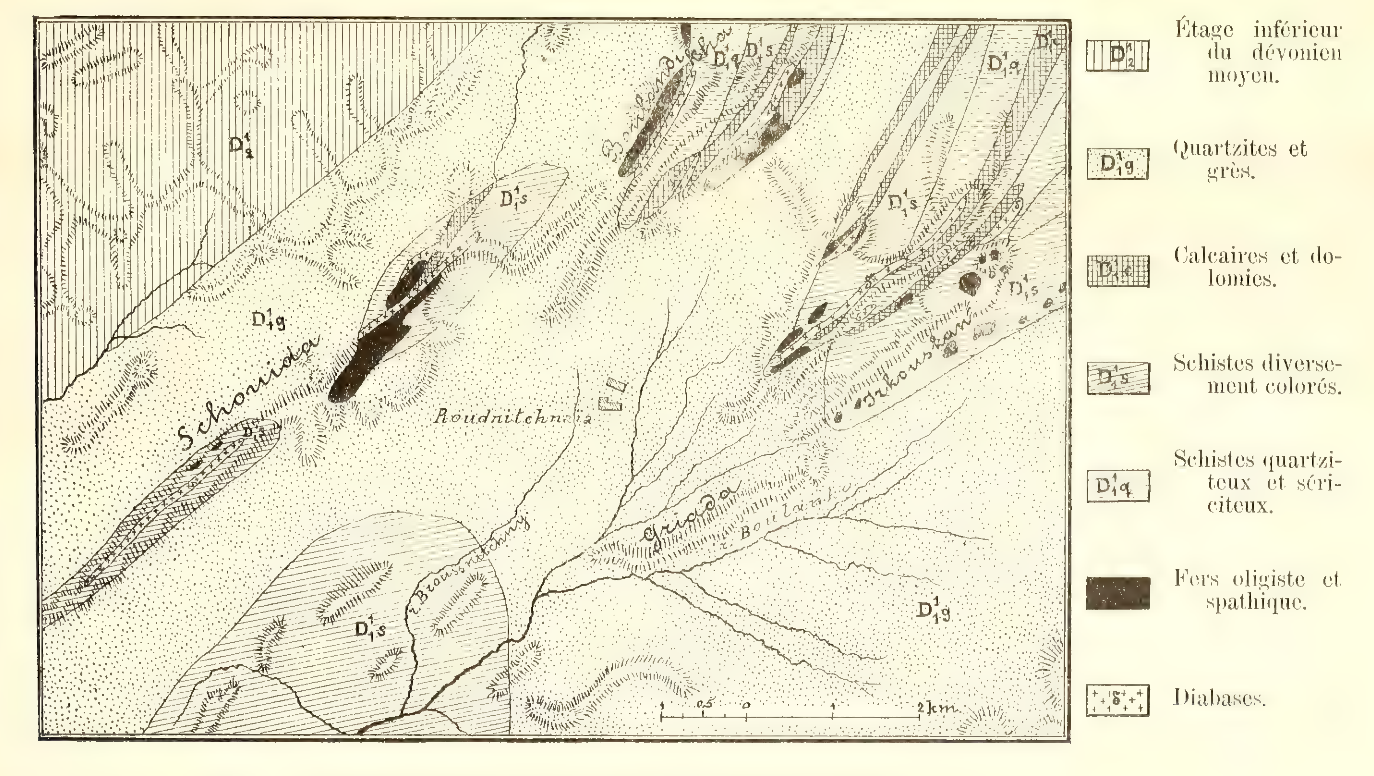


Fig. 12. Carte géologique des environs des mines de Bakalsk.

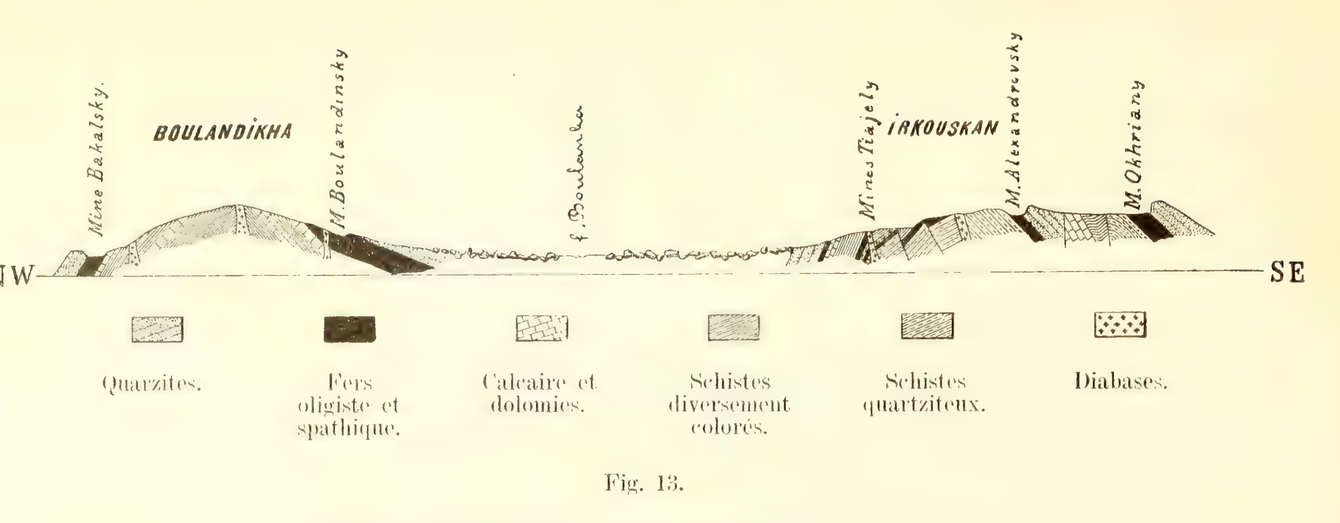


Fig. 13.

Coupe transversale de l'Irkouskan et du Boulandikha.

On commencera l'examen des mines par la mine Okhriany (propriété des mines de Kataw, sur le versant oriental de l'Irkouskan). Ensuite on visitera la mine Alexandrovsky, situee sur le même versant vers l'ouest. De l'autre côté de la montagne, sur le flanc occidental, se trouvent les mines de M-rs Balachew, connues sous le nom de Tiajolya. Après avoir traversé la vallée de la Boulanka, les géologues examineront la mine Boulandinsky (mêmes propriétaires), sur le versant oriental du Boulandikha. La mine Bakalsky (propriété de la Couronne), située sur le versant occidental, offre une très belle coupe géologique.

Après l'examen des mines, les excursionnistes se rendront le même jour en voitures à l'usine de Satkinsk.

Le chemin, beaucoup mieux entretenu que celui qui mène de la station Wiazowaïa aux mines, mais uniforme au point de vue géologique, traverse sur tout son parcours le développement de l'étage inférieur D_2^1 du dévonien moyen et des roches dévoniennes inférieures, traversées par des diabases dont on a déjà pris connaissance.

Les bords de l'étang de l'usine de Satkinsk, constitués par des calcaires dolomitisés finement stratifiés D_1^2, offrent de belles coupes de filons et de nappes de diabases injectées dans les calcaires. Une



Fig. 14. *A* — calcaires et dolomies, δ — diabases.

coupe classique dans le village même de l'usine fait nettement voir le caractère de la disposition des filons de diabase et les diverses modifications que le contact des roches éruptives a exercées sur les roches sédimentaires. La figure 14 représente le schème de l'affleurement.

Après l'examen de cette coupe les excursionnistes suivront la route postale jusqu'à la station Souléïa en croisant la direction des dépôts dévoniens. D'abord on verra des roches dévoniennes inférieures de même nature que celles que l'on a étudiées en s'éloignant de la mine de Bakalsk (montagnes Boulandikha, Irkouskan, Makarowa); mais bientôt, à une distance de 6 verstes de l'usine, le chemin entre dans la région des grès, des marnes et des schistes de l'étage inférieur D_2^1 du dévonien moyen. De dessous ces dépôts surgissent les schistes et grès du dévonien inférieur qui constituent l'arête Souléïa, au bas de laquelle se trouve à l'ouest la station du même nom.

Si le temps le permet, on fera le même jour une course à l'ouest de la rivière Aï, où on verra près de l'embarcadère de Satkinsk une coupe des calcaires D_2^2a à *Pentamerus baschkiricus* Vern., connue depuis Murchison.

On passera la nuit à la station Souléïa.

6-me jour.

Entre la station Souléïa et Zlatooust la voie ferrée longe dabord, dans la direction nord-est, le versant occidental de l'arête Souléïa, en traversant un développemeut de l'étage D_2^1 et des dépôts dévoniens inférieurs D_1^1g. Avant d'arriver à la rivière Bolchaïa-Satka la voie tourne brusquement vers l'est, perpendiculairement à la direction des chaînes isolées. A l'aval du coufluent de la Berdiaouch avec la Bolchaïa-Satka, on peut voir dans les deux rives de la Berdiaouch, près du pont du chemin de fer, un affleurement de marnes de couleur brune rougeâtre D_2^1, injectées de filons de diabase. A partir de l'embouchure de la Berdiaouch la voie se poursuit vers l'est dans la vallée de cette rivière. Sur le parcours jusqu'à la station Berdiaouch on voit plusieurs fois reparaître les calcaires D_2^2. Non loin de cette station se trouve



Fig. 15. *a*—granites porphyroïdes (rappakiwi); *b*—calcaires et dolomies.

une coupe, partie artificielle, partie naturelle, qui permet de voir entre des dolomies D_2^2 de puissants filons de granite porphyroïde à gros grain. ressemblant beaucoup au rappakiwi finlandais. Les gros cristaux d'orthose, souvent des macles de Karlsbad, ont une bordure également d'orthose et atteignent 1,5 ctm. de diamètre. Lors de la construction du chemin de fer on pouvait très bien observer le rapport entre les dolomies dévoniennes et les rappakiwi dans une des tranchées, où l'on voyait d'une manière très distincte l'alternance de ces roches représentée sur la figure 15.

Entre les stations Berdiaouch et Toundouch la voie traverse un terrain constitué uniquement par des calcaires dévoniens et des dolomies D_2^2 (fig. 16). Ces dernières manifestent assez souvent une structure à lames

Mont Souleïa

Riv. Bolchaia Satka.

Station Berdïauch

Station Toundouch

Village Medwediowa

Station Slatoust

NW 300°

SE 120°

Granite porphyroïde (rappakiwi).

Diabases, amphibolites.

Grès quartzeux et arkoses.

Calcaires et dolomies.

Marnes et schistes argileux.

Schistes argileux et séríciteux et grès.

Micaschistes grenatifères et schistes chloriteux.

Gneiss.

Fig. 16.

Coupe transversale le long du chemin de fer.



Zlatooust. Vue prise du côté ouest.



Zlatoust. Vue prise de l'Ourenga.

rebondies analogue à celle que nous avons vue entre la station Acha et l'usine de Simsk. Par endroits les calcaires renferment des assises subordonnées de schiste chloriteux et des nappes de diabases. On en voit un exemple tout près de la station Toundouch. Au village Medwédiowa commence une coupe très complexe, composée de calcaires, schistes et grès argileux et séririteux, micaschistes, diabases, amphibolites et gneiss, le tout refoulé en plis aux ailes fort inclinées et déchirés par des failles (fig. 16). Sur l'ouest du village Medwédiowa les schistes et grès argileux et sériciteux du dévonien inférieur, ainsi que les diabases subordonnées, sont brusquement remplacés vers l'est par les calcaires D_2^2, injectés de filons de diabase dans les basses couches. Dans la direction de l'est, les tranchées de la voie ferrée permettent d'observer une série de plis des couches dévoniennes moyennes et inférieures, les dernières offrant un caractère pétrographique essentiellement différent: les calcaires y prennent l'aspect d'un marbre cristallin; l'assise schisteuse y consiste en sa plus grande partie en schistes micacés et chloriteux, intercalés d'amphibolites et de gneiss parfois riches en grenats. L'étude comparative des coupes montre que ces amphibolites et gneiss sont des roches massives comprimées (dynamo-métamorphosées), diabase et granite (granitite). Les coupes les plus nettes et les plus intéressantes sont fournies par la tranchée de la 283-me verste (à partir d'Oufa) en amont de la rivière Goubenka, et par celle de la 289-me verste, creusée dans une élévation dite Cap Mychliaïevsky. L'une et l'autre font distinctement voir les rapports mutuels des fréquentes alternances de micaschistes, d'amphibolites et de gneiss. Une troisième tranchée, semblable aux précédentes, se trouve sur la 294-me verste, non loin de la station Zlatooust.

Les relations mutuelles des roches massives, tant cristallines que schisteuses et comprimées, et des quartzites d'Ourenga et de Kossotour se découvrent d'une manière parfaite dans les coupes près de la ville de Zlatooust, où les excursionnistes se rendront après leur arrivée à cette station.

La ville de Zlatooust est située dans la vallée pittoresque de la rivière Aï qui suit, vers l'amont de la ville, la même direction NNE que l'Ourenga. Dans la ville même, au point où l'Ourenga fait un brusque coude vers le nord-ouest, une immense digue retient les eaux de l'étang de l'usine de Zlatooust. Une gorge pittoresque, bornée au nord par l'arête Kossotour, au sud par l'Ourenga, débouche immédiatement à la digue. Le caractère des alentours de Zlatooust est très bien rendu par les deux vues ci-jointes (voir pl. E, F), dont l'une a été prise à l'ouest, l'autre au sommet de l'Ourenga.

L'étude des coupes du Kossotour et de l'Ourenga montre qu'au point de vue géologique ces deux arêtes font un tout et que les mêmes roches sont disposées en parfaite symétrie des deux côtés de la vallée de l'Aï. La figure 17 représente la coupe de l'Ourenga à partir de la chapelle vers E. Sur la coupe on peut voir: *a*—des micaschistes avec grosses inclusions de grenat (almandine) plongeant sous un angle

de 60° vers SE 120° et sous l'amphibolite—b—plus ou moins schisteuse. L'étude de ces amphibolites, faite sur un grand nombre de plaques minces, prouve d'une manière indiscutable que ces roches sont des roches massives (diabases), modifiées par des effets dynamiques. Ensuite viennent, dans l'ordre ascendant: a_1—micaschistes à petits grenats, c—quart-

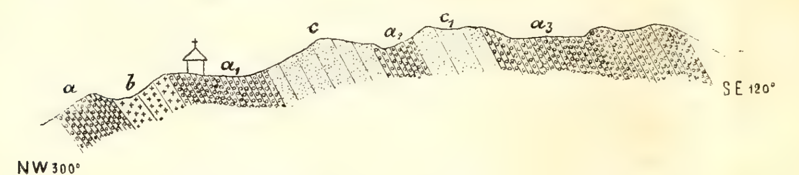


Fig. 17. Coupe schématique de l'Ourenga.

zites micacés contenant des grenats, a_2 — micaschistes à grenats, C_1— quartzites gris compacts, a_3 — micaschistes grenatifères alternant avec du quartzite.

La coupe schématique du Kossotour, fig. 18, montre dans la partie supérieure les mêmes roches a_1 b a. En dessous viennent: β_1 — diabase avec indices nets de texture cataclastique; α_1 — micaschiste consistant en biotite, muscovite, quartz et épidote, avec grosses inclusions de grenat; β_2 — roche massive (diabase) fortement altérée, renfermant en abondance des produits secondaires (biotite, muscovite, épi-

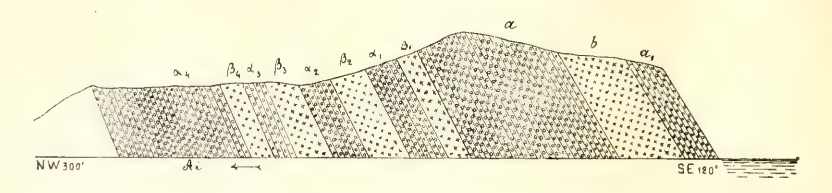


Fig. 18. Coupe schématique du Kossotour.

dote et grenat); α_2 — micaschiste analogue à α_1; β_3 — diabase identique à β_1; α_3 — micaschiste grenatifère; β_4 — diabase; α_4 — micaschiste et amphibolite à gros grains, contenant des inclusions de gros grenats. Les grenats tapissent par places la surface des roches désagregées et le bord de la rivière Aï.

Après l'examen des coupes près de Zlatooust les géologues retourneront à la station pour y passer la nuit.

7-me jour.

Excursion au Bolchoï-Taganaï (Grand Taganaï).

Le nom de Taganaï [1]) appartient à trois montagnes aux contours vifs, situées au nord de Zlatooust (voir pl. F, G): celle à l'ouest, la plus

[1]) En langue bachkire ou tartare le mot „Taganaï“ signifie: „Support de la lune“.

Bolchoi-Taganai. Sredny-Taganai. Maly-Taganai



Vue du Bolchoi- et du Sredny-Taganai prise du Maly-Taganai

élevée, séparée de l'extrémité nord du Kossotour par la vallée de la rivière Bolchaïa-Tessma, s'appelle Bolchoï-Taganaï. A l'est de cette dernière s'étend le Srédny-Taganaï (Taganaï moyen) et encore plus loin vers l'est — le Maly-Taganaï (Petit Taganaï). Un haut plateau joint ce dernier à l'Oural ou Oural-taou. Le même plateau s'étend entre le Maly-Taganaï, le Srédny-Taganaï et le Bolchoï-Taganaï et c'est de là que se fait le partage des eaux: la rivière Kiolim qui traverse l'Oural et qui fait partie du système des rivières sibériennes, en descend vers le nord; la rivière Tessma, affluent de l'Aï, y prend son cours vers le sud.

La coupe passant transversalement par les trois Taganaï et l'arête de l'Oural (fig. 19) montre que toutes ces montagnes sont de constitution identique, offrant la même succession des couches, si l'on se dirige de leurs arêtes vers l'est. La crête de ces arêtes, souvent d'un contour capricieux, consiste en quartzites blancs, divisés en séparation

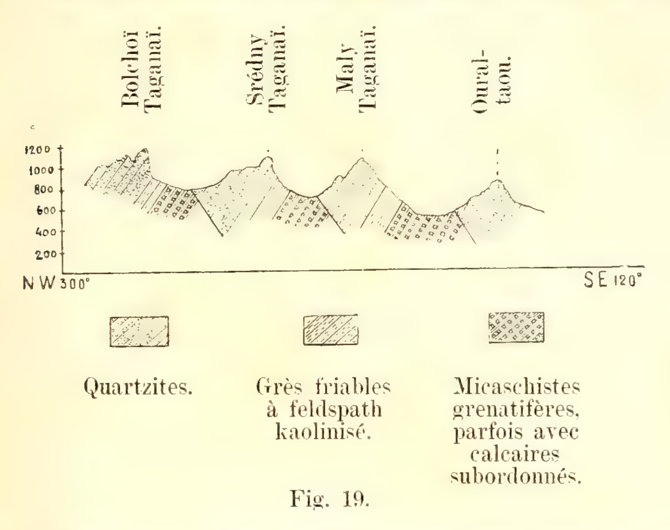


Fig. 19.

verticale dans plusieurs directions et plongeant dans toutes les arêtes mentionnées vers NW 300° sous un angle de 65 à 75°. Du côté oriental les arêtes s'abaissent en muraille presque verticale, permettant de voir à leur pied des grès quartzeux blancs et friables qui contiennent des grains d'un feldspath kaolinisé. Ces grès reposent sur une puissante assise des roches grenatifères dont nous avons déjà pris connaissance dans les coupes du Kossotour et de l'Ourenga près de Zlatooust. En certains points on remarque, intercalées entre les roches métamorphiques, des assises subordonnées de calcaires, le plus souvent dolomisées. De cette manière l'étude détaillée de notre coupe démontre que tous les Taganaï offrent une même succession de roches déchirées par une série de failles. Il est également hors de doute que les quartzites du Taganaï correspondent complètement aux quartzites et grès du dévonien inférieur que nous avons déjà rencontrés sur notre route aux

mines de Bakal et dans leurs alentours. Il en résulte indubitablement que les roches métamorphiques qui supportent les quartzites des Taganaï sont les mêmes roches clastiques modifiées du dévonien inférieur, développées dans les parties plus occidentales de l'Oural.

Le chemin qui conduit de Zlatooust au Grand Taganaï suit la droite de la Tessma et, quoique peu commode, il peut être parcouru par de légers équipages. Le trajet comparativement difficile commence après la traversée de la Tessma (à une dizaine de verstes de Zlatooust) où le chemin commence à s'élever sur l'extrémité sud du Bolchoï-Taganaï jusqu'au point appelé Niémetskoïé Stanowichtché. De là il faut aller à pied par un sentier longeant tout le temps le flanc oriental de la montagne et traversant une série d'éboulis qui descendent comme de gigantesques torrents de pierres dans la vallée longitudinale entre le Bolchoï et le Srédny-Taganaï.

Après un parcours de 5 verstes on atteint le sommet pittoresque du Taganaï, connu sous la dénomination de crête Otkliknoï (voir pl. H). Du haut de ce sommet on a devant soi, par un ciel clair, tout le panorama de l'Oural de Zlatooust. A l'ouest on voit les monts Nasiamskia et plus loin les monts Cherlinskaïa et Fofanskaïa et, à l'est, les contours tranchés du Srédny et du Maly-Taganaï, derrière lesquels s'étend la large bande de l'Oural (l'Oural-taou) avec sa cime la plus élevée, l'Issyl, et avec les sommets Ouralskaïa et Alexandrovskaïa plus au sud. Au-delà de l'Oural on voit distinctement la chaîne des montagnes Ilmen et une série de ces lacs si caractéristiques du versant est de l'Oural. En l'absence de brouillard on aperçoit du Grand-Taganaï le mont Yourma qui, depuis Humboldt, était erronément considéré comme nœud d'où l'Oural se diverge en trois embranchements. En réalité le Yourma est situé à l'ouest de l'Oural Central ou Oural-taou, et n'est qu'une chaîne comme le Taganaï, l'Ourenga, le Nourgouch etc.

Au pied même de la Crête Otkliknoï on peut voir des affleurements de diabases.

Par un beau temps on pourra atteindre aussi, vers le nord, la cime suivante du Bolchoï-Taganaï, connue sous le nom de Krouglaïa-Sopka ou Krouglitza, et occupant le point le plus élevé de cette chaîne (1.200 mt.). Du haut de cette Sopka se découvre un panorama aussi pittoresque que celui que l'on voit de la crête Otkliknoï; de là on voit parfaitement aussi le caractère du plateau qui limite le Taganaï-Moyen et le Petit-Taganaï en les joignant à l'Oural.

Il faudra reprendre son chemin par le même sentier pour arriver le soir à Zlatooust.

8-me jour.

L'excursion à l'usine de Koussinsk sera intéressante en ce que, chemin faisant, on pourra observer des dépôts dévoniens peu altérés, caractérisés paléontologiquement.

La partie du chemin depuis Zlatooust jusqu'au village Medwédiowa a été décrite plus haut (voir le 5-me jour); la seconde moitié du chemin,



Grand-Taganaï. Crête



…noï, vue de l'ouest.

depuis Medwédiowa à l'usine de Koussinsk, se présentera sous un aspect tout nouveau. Vers le nord de Medwédiowa le chemin traverse d'abord une vallée longitudinale dite Steppe de Tchouwach, qui sépare la montagne Lipowaïa de la montagne Tchouwachskaïa. Malgré l'absence de coupes nettes, les affleurements dans les rives de l'Aï, de l'Artuch et d'autres petits cours d'eau traversant la Steppe de Tchouwach, permettent de constater que celle-ci est constituée par les mêmes calcaires qu'on a déjà vus sur le parcours de la station Toundouch au village Medwédiowa.

Après avoir traversé la Steppe de Tchouwach, le chemin s'élève sur la montagne Lipowaïa composée d'arkoses du dévonien inférieur qui, commençant à paraître presque au pied oriental de la montagne, s'étendent jusqu'au versant occidental.

Près de l'usine de Koussinsk il y a affleurement de calcaires dolomisés plongeant vers SE et constituant la montagne Silitour. On les voit très bien dans les rives de la rivière Aï et de son affluent, la Koussa. Tout près de l'usine, sur le chemin de Medwédiowa, une très belle coupe permet d'observer une alternance de calcaires dolomisés et de nappes de diabase concordant avec la stratification des calcaires. Cet affleurement est intéressant en ce que l'on peut suivre, dans la structure de la diabase, le passage graduel de la pâte, parfaitement vitreuse au contact avec les calcaires, à la porphyrite et à la diabase aphanitique et même à la diabase normale nettement granulée. La roche sédimentaire présente au contact une texture compacte à cassure conchoïdale; la forte teneur en chlorite lui donne une couleur verte; parfois aussi elle devient grossièrement schisteuse, susceptible de se cliver transversalement.

Entre les calcaires se montrent des assises intermédiaires de schistes argileux verts ou rouge de brique.

Les alentours de l'usine de Koussinsk sont encore intéressants par la présence de belles coupes de calcaires à lames rebondies dont nous avons parlé dans la caractéristique générale des dépôts dévoniens de l'Oural du sud (pp. 9—10). Dans les coupes transversales les lames sont le plus souvent disposées en cones, tandis que la disposition cylindrique y est assez rare.

Quant à l'âge de ces calcaires, les matériaux paléontologiques, recueillis jusqu'ici le long de la rivière Aï, n'admettent pas de doute que les calcaires appartiennent au dévonien moyen (horizons $D_2^2 b$ à *Spirifer Anossofi* et $D_2^2 a$ à *Pentamerus baschkiricus*). Un point classique pour l'abondance en fossiles, appelé „Batyrsky Myss" est situé à 10 verstes vers l'ouest de l'usine de Koussinsk. A côté de *Spirifer Anossofi* Vern. on y trouve surtout *Dechenella Romanovskyi* Tchern., *Spirorbis omphalodes* Goldf., *Bellerophon tuberculatus* Fer. & d'Orb., *Platyschisma uchtensis* Keys., *Macrocheilus subcostatus* Schloth., *Lucina proavia* Goldf., *Lucina antiqua* Goldf., *Stringocephalus Burtini* Defr., *Spirifer pseudopachyrinchus* Tchern., *Atrypa reticularis* Linn., *Atr. desquamata* Sow., *Atr. aspera* Schloth., *Rhynchonella*

procuboides Kayser, *Rhynch. primipilaris* Buch, *Pentamerus galeatus* Dalm.

Pour la nuit les excursionnistes seront de retour à Zlatooust.

9-me jour.

De Zlatooust au faîte de l'Oural.

Après avoir traversé la rivière Tessma, la voie ferrée tourne au sud et suit, sur le parcours de 5 verstes, une direction parallèle à la grande route postale de Miass. Une série de mines de fer, la plupart abandonnées, est disposée des deux côtés de la route et plus loin vers le sud. Le minerai de ces mines est enfermé entre des calcaires dolomisés et des roches métamorphiques (micaschistes et quartzites), les calcaires constituant le plus souvent le toit des gisements stratifiés de fer oligiste. Les roches qui accompagnent le minerai sont fortement disloquées, parfois verticales, mais leur direction se maintient partout près de NE 30°. Batrologiquement les calcaires dolomisés correspondent aux calcaires D_1^3c du cours supérieur de la Biélaïa et des mines de Bakal.

Vers l'est du chemin de fer les micaschistes sont traversés par des granites, décrits par I. Mouchkétow. Ces granites présentent une masse à grain moyen, composée d'orthose d'un rose pâle, de quartz d'un gris mat et de mica d'un blanc argenté. L'académicien Kupfer y a observé des inclusions de cristaux de grenat, de béryl verdâtre et de tourmaline bleue.

En commençant à gravir la pente de l'Oural, le chemin de fer fait deux grands zigzags vers le nord-est et le sud-ouest; sur ce parcours il traverse en plus grande partie un développement de roches à grenat, analogue à celui que nous avons vu près de Zlatooust dans les coupes du Kossotour et de l'Ourenga. A une distance de trois verstes de la station Ourjoumka qui est construite presque sur le faîte même de l'Oural, se dessine à l'ouest la crête rocheuse de l'Alexandrovskaïa Sopka (voir pl. J), monticule composé des mêmes quartzites dont nous avons pris connaissance sur le Bolchoï-Taganaï. Les couches très inclinées des quartzites plongent vers le versant européen de l'Oural. Le versant tourné vers l'Asie est couvert d'éboulements.

L'Alexandrovskaïa Sopka sera le dernier point qu'on examinera sur le flanc européen de l'Oural du sud.



Alexandrovskaïa Sopka du côté asiatique.

IV

DIE MINERALGRUBEN
bei
KUSSA UND MIASS[1])

VON

A. ARZRUNI.

Die Mineralgruben des südlichen Urals, oder genauer des Bergwerkbezirks von Zlatoúst lassen sich sowohl räumlich, als auch ihrer

---

[1]) Bei Abfassung des nachstehenden Ueberblicks wurde nicht nur möglichst ergiebig die recht umfassende Litteratur benutzt, sondern auch eigene, wenn auch flüchtige Beobachtungen an Ort und Stelle im Jahre 1886 und in verschiedenen Sammlungen verwerthet, von denen genannt werden mögen: die des Kais. Berginstituts, der Kais. Universität, die Privatsammlungen der Herren S. N. Kulibin, Norpe und Sokolowsky zu St. Petersburg, die des Mineralogischen Museums der Kgl. Universität zu Berlin, ferner selbstgesammeltes und in die Sammlung des Mineralogischen Instituts der Kgl. Technischen Hochschule zu Aachen niedergelegtes Material. Manche Angabe beruht auf freudlichen Privatmittheilungen der Herren Kulibin, Lösch, Norpe u. A.

Zum Verständniss wiederkehrender russischer Ausdrücke sei erwähnt: Gorá (*fem.*) = Berg; Kop' (*fem.*) = Grube, eigentlich Steinbruch, Tagebau vom Zeitwort kopat' = graben; Jáma (*fem.*) = Kaule, Aushöhlung; Kliutsch (*mas*). = Quelle, Bach.

Da eine einheitliche Transscription russischer Laute mit lateinischen Lettern nicht besteht, so sei über die hier gebrauchte bemerkt, dass von der Bedeutung der deutschen Lettern und ihrer Aussprache nur in folgenden Fällen abgewichen worden ist:

s = romanisch s = deutsch sz; z = franz. z = deutsch s; ž = franz. j, bezw. g vor e und i; c in einigen Personennamen = deutsch z; y ist für russisch ы gebraucht worden, mit Ausnahme der Namenendung auf „sky" wo es ii oder ij entspricht. Wo es anging, wurde der Gebrauch von j vermieden und durch i ersetzt, um nicht zu einer von der im Deutschen üblichen abweichenden Aussprache zu verleiten.

Entstehung, also ihrem geologischen und mineralischen Charakter nach, in zwei grössere Gruppen theilen.

Die einen liegen westlich von der Hauptkette des Uralgebirges, im Gebiete der metamorphischen Schiefer oder an der Ostgrenze des unteren Unterdevons, und diese Lagerstätten lassen sich auffassen als Contactbildungen zwischen den devonischen Thonschiefern und den, krystallinen Schiefern eingelagerten, Kalken mit massigen Gesteinen der Hornblende-Feldspathreihe (Dioriten). Die anderen, östlich von der Hauptkette gelegenen, sind gebunden an eine zu dieser parallel verlaufende Erhebung, die Ilménberge, und an die sie zusammensetzenden massigen Gesteine der Orthoklasfamilie, und tragen, je nachdem, ob sie im Granit oder Syenit, namentlich Eläolithglimmersyenit liegen, einen verschiedenartigen Character.

Ausserhalb dieser beiden Gruppen von Minerallagerstätten stehen Vorkommnisse, wie das des Baryts in den devonischen Thonschiefern eines westlichen Ausläufers der Tschuwáschskaia Gorá oder diejenigen des Cyanits, Stauroliths und Granats im Glimmerschiefer des Taganai-Berges oder des Chloritschiefers des Kossotúr. Während die zuerst erwähnte Lagerstätte mitten im Devon liegt, unterscheiden sich die letzteren schon dadurch von dem Vorkommen der Mineralgruben, dass hier die Minerale gesteinbildend, und zwar nur accessorisch auftreten und nur durch lokale Anreicherung augenfällig werden.

Die Gruben der ersten Gruppe vertheilen sich auf drei parallele Höhenzüge. Die westlicheren sind die an der Schischimskaia Gorá gelegenen. Von N nach S vorschreitend führen sie die Namen: Paraskówie-Jewgéniewskaia Kop', Barbótowskaia Jáma und Schischimskaia Kop'. Nordöstlich von dieser Erhebung erstreckt sich die Tschuwáschskaia Gorá und an deren W-Abhang liegt sowohl die soeben erwähnte Barytgrube, als auch die von M. F. Norpe entdeckte und als Redikortzew'sche bezeichnete Perowskitgrube. Endlich noch weiter nach NO und etwa in der Breite des Hüttenwerkes Kussa im Norden auslaufend zieht sich die Názemskaia (auch Názmenskaia) Gorá mit ihrer nördlichen Fortsetzung, der Magnitnaia Gorá, an deren Westabhange sich von S nach N aneinander reihen die Mineralgruben: Achmátowskaia, Nikoláie-Maximiliánowskaia und die jüngste in diesem Gebiet, die vom Bergingenieur Panceržinski aufgeschlossene Jereméiewskaia Kop'.

I. Die Mineralgruben westlich von der Uralkette.

1) Westliche Reihe an der Schichímskaia Gorá.

Diese Gruben werden am leichtesten von dem Hüttenwerke Kussa erreicht und sind von dem etwa 10—11 Werst südöstlich gelegenen Dorfe Medwiédewa beinahe genau in südlicher Richtung 4 Werst entfernt. Sie befinden sich an dem westlichen Gehänge eines Rückens, auf welchem einzelne Kuppen aufgesetzt erscheinen. Daher der vulgäre Name „Schischi", was etwa Pickel, Höcker bedeutet. Das Gestein der

Schischímskaia Gorá ist theils Talk-, theils Chloritschiefer, durchbrochen von polyedrisch abgesondertem Diorit. Zahlreiche Minerale treten im Contact beider auf, wobei die Contactzone aus derbem weissem oder braunem Granat, grünem oder braunem Vesuvian und körnigem Epidot (Epidosit) besteht. Hier und da tritt als eigenthümliches Gestein ein Gemenge von grüngrauem Chlorit und weissem Granat auf. Jede der Gruben hat ihre charakteristischen Minerale und Associationen.

a) Die Paraskówie-Jewgéniewskaia Grube wurde von dem Bergingenieur W. I. Redikórtzew im Jahre 1868 am SW-Abhang der Schischímskaia Gorá erschlossen und nach der Gemahlin des Berghauptmanns des Uralgebirges, Paraskówia Jewgéniewna Iwanówa benannt. Die Kenntniss der Minerale dieser Grube verdanken wir in erster Linie dem Professor P. W. Jereméiew, welcher 1869 die ersten Beschreibungen lieferte. Das herrschende Gestein ist ein graugrüner Talk- und Chloritschiefer mit Einlagerungen von Hornblende. Die Grube ist lediglich in ihren oberen Theilen und zwar durch fünf Schürfe aufgeschlossen, welche nach Muschkétow ungefähr in der Richtung NO h 1 ausgestreckt liegen. Beobachtet wurden folgende Minerale [1]).

Amphibol, Tremolit und Hornblende, ohne Endigungen im Chloritschiefer.

Chlorit, in gebogenen, rosettenartig gehäuften Aggregaten blätteriger und schuppiger Krystalle, auf dichtem Chlorit.

Epidot, dungelbräunlich grüne nach (100) flache Krystalle, mit einem Ende aufgewachsen auf einem derben Gemenge von Granat, Vesuvian oder Epidot, neben Titanit und Diopsid; manchmal ist der Epidot röthlich braun, von gewöhnlichem Habitus.

Granat, derb und in braunen Krystallen mit vorhersehendem (112), untergeordnetem (110) und einem zurücktretenden Triakisoktaëder.

Ilmenit, derb und in dicktafelförmigen Krystallen, häufig oberflächlich in rehbraunen Perowskit umgewandelt, auf derbem Magnetit, begleitet von hellem Klinochlor, bezw. Chlorit, kleinen oktaëdrischen Krystallen von Magnetit. Popów fand (1876) als Zusammensetzung des Ilmenits 11 $FeTiO_3$ + 17 $MgTiO_3$ + 1 $MnTiO_3$. Das Umwandlungsproduct hält A. Karpinsky, ebenso wie Popów, für Perowskit und ist der Ansicht, dass auch das mit dem Namen „Leukoxen" bezeichnete Umwandlungsproduct häufig Perowskit sein dürfte.

Magnetit, derb, als Unterlage fast aller anderen Minerale; in kleinen oktaëdrischen Krystallen, als letzte Bildung, allen übrigen Mineralen aufsitzend.

Pyroxen, Diopsid, hellgrün, mit hellgrünem Titanit und grünem Epidot.

---

[1]) Bei der Aufzählung der Minerale wurde die alphabetische Reihenfolge gewählt, wobei solche, die einer natürlichen Gruppe angehören, unter dem Gruppennamen (z. B. Amphibol, Feldspath, Glimmer, Pyroxen u. s. w.) aufgeführt werden.

Spinell, Chlorospinell, bläulich smaragdgrüne angeblich kupferhaltige Krystalle von der Gestalt 111, 110, mit grünlichweissem Strich, auf Chloritschiefer mit allen anderen Mineralen vergesellschaftet, manchmal mit dem röthlichbraunem Epidot (oder Zoïsit?) auf einem derben Talk- oder Agalmatolith- oder Leuchtenbergitähnlichen Mineral (nach Stufen in der Sammlung des Bergingenieurs Norpe).

Titanit, grünlichgelbe Krystalle, ähnlich denen des St. Gotthard.

Vesuvian, hellgrün in weissem derbem Granat eingewachsen, täuschend ähnlich den weiter unten anzuführenden von der Barbótowskaia Jáma. Sehr selten! Ebenso selten ist der sogen. *Talkapatit*, ähnlich wie er in Sammlungen von der Schischímskaia Kop' vertreten ist [1]).

P. W. Jereméiew, welcher sich um die Kenntniss der Pseudomorphosen grosse Verdienste erworben hat, beobachtete neuerdings solche von Klinochlor, Vesuvian und Granat nach Epidot.

Wie vielfach am Ural beobachtet wurde, treten mehr oder weniger ausgesprochene Ansammlungen von Kupfererzen in Verbindung mit Granatfels auf. In gleicher Weise hat man an der Paraskówie-Jewgéniewskaia Grube Spuren davon angetroffen, was, wie Muschkétow berichtet, zur Anlage eines noch jetzt kenntlichen Kupferschachtes Anlass gegeben hat.

b) Die Schischímskaia Grube liegt südlich von der vorigen, am südlichen Abhange einer steilen Kuppe und ist bereits im Jahre 1833 durch P. N. Barbot de Marny erschlossen worden. Die beiden hier vorwiegend auftretenden Gesteine sind: ein dichter Talkschiefer und ein polyedrisch zerklüfteter und abgesonderter Diorit, theils feinkörnig bis dicht, theils soweit grobkörnig, dass die Bestandtheile, Plagioklas und Hornblende deutlich wahrnehmbar sind. Der im Diorit eingesprengte Pyrit ist theilweise oder ganz in Limonit umgewandelt, während das Gestein selbst z. Thl. stark epidotisirt ist. Am Contact beider Gesteine hat sich eine durch die grosse Mannigfaltigkeit ihrer Minerale bemerkenswerthe Zone ausgebildet. Ausser den bereits erwähnten gesteinbildenden Mineralen: Hornblende, Plagioklas, Talk und dem accessorischen Pyrit bezw. Limonit, endlich dem in kleinen Nestern dem Schiefer eingelagerten körnigen Kalk, sind in dieser Grube folgende beobachtet worden:

Amphibol, Aktinolith, feinstrahlig, hellgrün, in körnigem Kalk.

Apatit, bräunlich-violett, rosaroth oder farblos und wasserhell, mit Granat in körnigem Kalk. Die violetten sollen nach Pusyrewsky etwas Schwefelsäure enthalten und werden nach dem Erhitzen trübe, milchweiss. Sie bilden lange Säulen ohne Endigungen. Der sogen. „Talkapatit" Hermann's dürfte, wie Kokscharow annimmt, eine

---

[1]) Im Jahre 1886 sammelte ich beide Minerale, warf aber den Talkapatit weg, in der Meinung, er sei von der Schischímskaia Grube, welche ich noch besuchen sollte, verschleppt worden. Dort angekommen, merkte ich erst, also leider zu spät, dass die Begleitminerale dort andere waren.

Pseudomophose sein. Jereméiew beobachtete Serpentinpseudomorphosen nach Apatit. Die manchmal recht grossen Krystalle des Talkapatits sind häufig gebogen, gebrochen und die Theile mit Gesteinmasse (Talk) aneinander gekittet, nicht selten sind die Krystalle sternförmig gruppirt und von frischem Apatit begleitet.

Calcit, als körniger Kalk, in späthigen Massen; nach Jereméiew auch pseudomorph nach Vesuvian.

Chloritgruppe: 1) Leuchtenbergit, ist zuerst auf dieser Lagerstätte entdeckt worden; enthält oft Einschlüsse von Granat (Kolophonit) und Körner eines anderen nicht bestimmten Minerals in gelblichweissen vierflächigen Säulchen, begleitet von Hydrargillit, Talkapatit u, a.. auch pseudomorph nach Epidot. 2) Klinochlor, z. Thl. pseudomorph nach Vesuvian, wobei die Umwandlung von innen beginnt und nach aussen fortschreitet.

Diaspor, ähnlich dem von Jordansmühl in Schlesien, mit röthlichem Apatit und späthigem Kalk.

Epidot ist hier nur pseudomorph nach Olivin bekannt oder, unter Beibehaltung seiner Form, in andere Substanzen umgewandelt (Leuchtenbergit, Speckstein u. s. w.).

Granatgruppe: 1) Kalkthongranat (Rumiantzowit), mit späthigem Kalk, rosarothem Apatit und Hornblende; 2) Kalkeisengranat in kleinen schönen anatasbraunen Dodekaëdern oder grösseren Krystallen von der Gestalt 112, 110, auf körnigem, derbem gelbem oder grünlichem Granat (Granatfels) mit Magnetit (110), Klinochlor; (auch auf weissem Diopsid?) Nach Iwanow kommt er auch grünschwarz vor.

Hydrargillit, am häufigsten in Höhlungen von Xanthophyllit mit kleinen Magnetitkryställchen, in tafelförmigen Krystallen, auch pseudomorph nach Olivin.

Ilmenit, in Calcitschnüren eines untergeordneten feldspath- und glimmerhaltigen Schiefergesteins.

Magnetit, in Oktaëdern oder Dodekaëdern, mit Granat und Chlorospinell im Talkschiefer ein- und auch aufgewachsen.

Perowskit, mit Chlorospinell und Xanthophyllit in schwarzen Würfeln.

Pyroxen, feinkörnig, dunkelgrün, von Schnüren feinkörnigen Granats durchsetzt, mit Klinochlor; auch weiss? (Diopsid).

Spinell, Chlorospinell, dunkelsmaragdgrün mit gelbem Granat auf dichtem Talk (Speckstein; — nach Norpe Agalmatolith, was wohl unrichtig).

Talk, Speckstein, dicht oder als Pseudomorphose nach Leuchtenbergit, Epidot, Olivin mit deutlich erhaltener Gestalt (001, 120, 121, 010, 101, 100).

Titanit, braune gekrümmte Krystalle in Chloritschiefer.

Turmalin, schwarz, mit Einschlüssen von Magnetit, in Chloritschiefer (Angabe von Hermann!)

Vesuvian, dicht, hellgelb, kolophonitähnlich oder in grünen Kry-

stallen, die in ihren äusseren Schichten manchmal rothbraun sind, auf körnigem Kalk.

Xanthophyllit, mit hellem Chlorit in kugeligen Aggregaten; viel Magnetit einschliessend, mit einem apfelgrünen Kern, welcher nach Norpe Agalmatolith sein könnte; eher Leuchtenbergit.

Nicht verbürgt sind die Angaben über Vorkommen von Chondrodit (Kokscharow), von Mesotyp (nach einem Exemplar in der Sammlung des Berginstituts zu St. Petersburg), in Gestalt nadelförmiger Krystalle in bläulichem späthigem Kalk, mit röthlichem Apatit und derbem Vesuvian, von Diopsid (nach einem Exemplar in dem Berliner Mineralogischen Museum, wahrscheinlich von der Grube Achmátowskaia), welcher mit Klinochlor auf körnigem Kalk sitzt.

Zwei kleine Gruben befinden sich in der Nähe der Schischímskaia: die eine, Titanitgrube genannt, enthält den räthselhaften Völknerit (Hydrotalkit) in Serpentin mit Chromeisen und schuppigem Talk; die andere, Wtóroschischímskaia, d. h. zweite Schischímskaia, führt sehr hellgrünen Vesuvian.

c) Barbótowskaia Jáma. Diese Grube liegt auf derselben Kuppe, wie die Schischímskaia, aber hoch oben und ist ebenfalls von P. N. Barbot de Marny und zwar auch im Jahre 1833 aufgeschlossen worden. Das Charakteristische für sie ist ein derber weisser oder röthlichweisser Granat, in welchem rundum ausgebildete schöne kleine hellgrüne säulenförmige Vesuviankrystalle eingewachsen sind. Untergeordnet tritt späthiger Kalk auf. Manchmal ist der Vesuvian in grösseren braunen Krystallen, von Klinochlor begleitet. Hermann giebt noch zu Drusen vereinigte erbsengelbe Vesuviankrystalle an, welche auf demselben derben Granat aufgewachsen sein sollen. Als grosse Seltenheit findet sich Chlorospinell von smaragd- oder pistaciengrüner Farbe. G. Rose's Angabe „Berësowaja Gorá" kann nicht richtig sein; die von ihm herrührenden Stücke der Berliner Sammlung stammen entschieden alle von der Barbótowskaia Jáma her. Ebenso falsch oder mindestens ungenau ist die Bezeichnung „Dorf Medwiedewa". Rose trifft hierbei keine Schuld, da ihm die Stücke mit der irrigen Fundortsbezeichnung übergeben wurden und er selbst nicht zu entscheiden vermochte, „wo der wahre Fundort dieses Vesuvians in der Gegend von Slatoust sei".

2) Die Gruben an der Tschuwáschskaia Gorá [1]).

Die beiden hier zu besprechenden Gruben sind in ihren geologischen Verhältnissen sehr verschieden. Die eine, die Barytgrube, liegt, wie bereits gesagt wurde, mitten in den unterdevonischen Schiefern, während die Redikórtzew'sche Perowskitgrube in Chloritnestern der

---

[1]) Diese Gruben sind mir aus eigener Anschauung nicht bekannt geworden und werden hier nach den Angaben in der Litteratur geschildert.

krystallinischen Kalke liegt, welche, nach Muschkétow die Glimmerschiefer und Gneisse überlagern.

a) Die Barytgrube wurde im Jahre 1826 von dem damaligen Verwalter des Hüttenwerkes Kussa, Achmátow, aufgeschlossen. Wie verschiedene andere Gruben dieser Gegend, war sie zunächst zur Gewinnung von Brauneisenstein angelegt. Sie liegt etwa 5 Werst NNO von dem Dorfe Medwiédewa, im W. der Tschuwáschskaia Gorá gegen die Lípowaia Gorá (Lindenberg) zu, in einer zwischen beiden Bergen und diesen parallel verlaufenden Bodeneinsenkung, welche den Namen Tschuwáschskaia Step' (Tschuwáschen-Steppe) führt. Die in der Litteratur anzutreffenden verschiedenartigen Fundortbezeichnungen: Lípowaia Gorá, Tschuwáschskaia Gorá, Tschuwáschskaia Step', Medwiédewa Gorá, Medwiédewskii Príisk beziehen sich alle auf eine und dieselbe Stelle. Ausgeschlossen ist es freilich nicht, dass auch andere, unter gleichen geologischen Verhältnissen befindliche, Brauneisengruben ebenfalls Baryt führen mögen; ja es scheint dies sogar zuzutreffen bei der 8 Werst südlich vom Dorfe Medwiédewa, am rechten Ufer des Flüsschens Kuwaschá gelegenen Kuwáschinskaia Brauneisengrube, in welcher, nach Jereméiew, weisser und braungelber krystallisirter Baryt auf derbem Schwerspath mit Limonit und Quarz vorkommt.

G. Rose, welcher den Baryt „vom Dorfe Medwiédewa" beschreibt, hebt sein Zusammenvorkommen mit Letten und Brauneisenerz nesterweise in Thonschiefer hervor; ebenso den ungewöhnlichen Habitus der Krystalle, ihre Streckung nach der Axe des Spaltungsprismas. Die Krystalle sind sehr flächenreich, namentlich in der Prismenzone, welche dadurch cylindrisch gewölbt, ihr Querschnitt aber einem Linsenquerschnitte ähnlich erscheint. Nur den Flächen dieser Zone haftet eisenschüssiger Thon an, der den Krystallen eine gelbliche Färbung verleiht, während sie sonst farblos sind. Später wurden Krystalle eines zweiten, nach der Axe *a* gestreckten Typus von gelblich grünlicher Farbe gefunden. Die derben Massen sind bläulich und häufig von Limonit-Pseudomorphosen nach Pyritwürfeln begleitet.

Nach Muschkétow soll hier, wie Aufzeichnungen im Archiv besagen, auch Coelestin vorgekommen sein, was indessen, wie er ausdrücklich bemerkt, zweifelhaft erscheint, weil es von keiner Seite bestätigt worden ist.

b) Die Redikórtzew'sche Perowskitgrube. Diese Grube wurde von M. F. Norpe im Jahre 1878 erschlossen; er führte indessen wohl seine Absicht, eine Beschreibung des Vorkommens zu liefern, nicht aus. Die erste Beschreibung rührt von I. W. Muschkétow her, nach welchem, wie bereits erwähnt, das herrschende Gestein grobkörniger Kalk ist, in welchem feinschiefriger Chloritschiefer untergeordnete Einlagerungen bildet. Auch für die Lage dieser Grube giebt es mehrere Bezeichnungen: Norpe nennt den Berg Medwiežaia Gorá. Muschkétow — Tschuwáschskaia Gorá, ebenso Jereméiew. Mélnikow scheint die Grube bald Redikórtzew'sche (z. B. in seiner Abhandlung über die Nikoláie-Maximiliánowskaia Grube), bald Muschkétow-

sche—nach Stücken in der Sammlung des Kais. Berginstituts zu St. Petersburg zu urtheilen—zu bezeichnen.

Die Minerale, welche von diesem Fundort her bekannt geworden sind, sind folgende:

Amphibol, als hellgrüner feinstrahliger harter Aktinolith und als feinfaseriger bräunlichweisser oder grünlichweisser Byssolith. Der die Unterlage bildende Chlorit ist sehr feinschuppig, oft eisenschüssig, rostfleckig, mit späthigem Kalk. Perowskit, in hexaëdrischen Krystallen, an denen übrigens noch 111, 110, ein Tetrakishexaëder, ein Ikositetraëder und ein Triakisoktaëder auftreten. Die Krystalle sind vollkommen schwarz halbmetallisch glänzend, vielfach mit Aetzstreifen versehen. Eine bei Antónow in Zlatoúst 1886 erworbene und aller Wahrscheinlichkeit nach derselben Grube entstammende Stufe zeigt als einzige Form der auf einem schuppigen Chlorit sitzenden Perowskitkrystalle das Dodekaëder, dessen Flächen indessen stark gewölbt sind oder zu einem steilen Tetrakishexaëder gebrochen erscheinen.

Muschkétow zählt als weitere Minerale auf die mir nicht zu Gesicht gekommenen: Klinochlor, Diopsid, Granat, Magnetit und Xanthophyllit, während Mélnikow Epidot in feinen Nadeln erwähnt. Nach Jereméiew kommt Magnetit pseudomorph nach Perowskit vor.

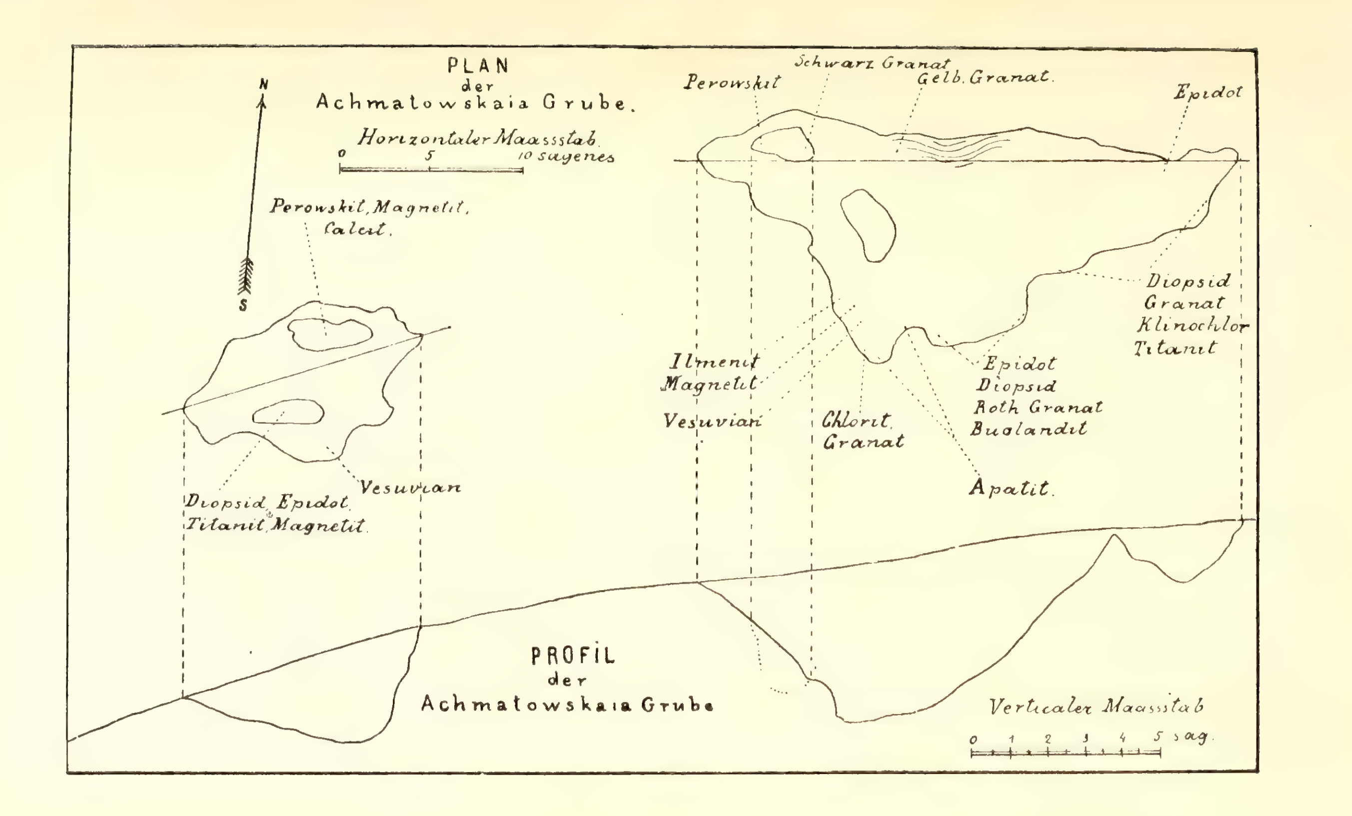
3) Oestliche Reihe an der Názemskaia Gorá.

Die petrographische Beschaffenheit dieses der Uralhauptkette ebenfalls parallelen Hügelzuges und seiner Ausläufer ist im grossen Ganzen durchaus derjenigen der Schischímskaia Gorá ähnlich. Auch hier sind metamorphische Schiefer der Chlorit- und Talkreihe die herrschenden Gesteine, mit welchen Diorite in Contact treten.

a) Achmátowskaia Kop'. Diese am äussersten nördlichen Ende der Názemskaia Gorá gelegene Grube ist im Jahre 1811 von Achmátow, Verwalter des Hüttenwerkes Kussa, angelegt worden. Während G. Rose das Hauptgestein kurzweg als Talkschiefer aufführt, entwirft Muschkétow ein weniger einfaches Bild von den Lagerungsverhältnissen [1]). Die Gruben—ich sah deren zwei, Muschkétow erwähnt sogar drei—waren 1886 in solchem Maasse verschüttet—die kleinere war sogar vollkommen eingestürzt—dass es einer längeren Zeit bedurft hätte, um durch neue Aufschlüsse ein klares Profil zu erhalten. Mineralsucher- und gräber hatten, um die Verhältnisse womöglich noch unkenntlicher zu machen, das ihrige beigetragen, indem sie nicht nur den grösseren Bruch, sowie die Halden durchwühlt, sondern auch einen Theil des Materiales der Halden wieder in den Bruch zurück geschüttet hatten. Unter diesen Umständen konnte ich nur die Gegenwart von Talk- und Chloritschiefer und von Serpentin feststellen. Es mag daher

---

[1]) Ich selbst besuchte die Fundstätte nur flüchtig, verweilte an ihr nur kurze Zeit und konnte mir daher eine klare Vorstellung über die Lagerungsverhältnisse nicht bilden.


PLAN
der
Achmatowskaia Grube.
Horizontaler Maassstab
0 5 10 sagenes
N
S
Perowskit, Magnetit,
Calcit.
Diopsid, Epidot.
Titanit, Magnetit.
Vesuvian
Perowskit
Schwarz Granat
Gelb. Granat.
Epidot
Diopsid
Granat
Klinochlor
Titanit
Ilmenit
Magnetit
Vesuvian
Chlorit.
Granat
Epidot
Diopsid
Roth Granat
Buolandit
Apatit.
PROFIL
der
Achmatowskaia Grube
Verticaler Maassstab
0 1 2 3 4 5 sag.

in Kürze das von Muschkétow geschilderte Profil wiedergegeben werden. Danach sollen sich an einen centralen Diabasgang von beiden Seiten, nach aussen zu mit widersinnigem, ziemlich steilem Einfallen anlehnen: Granatfels, Chlorit- und Talkschiefer mit Serpentinnestern, Kalk-, Epidosit- und Granatfels-Schnüren, Epidotfels, Hornblendeschiefer, „Dioritschiefer"; an diesen soll endlich Dioritporphyrit grenzen. Mineralreich sind namentlich die Kalkschnüre.

Die Mannigfaltigkeit der Minerale dieser Gruben ist eine recht grosse. Aus Sammlungen und der Litteratur sind mir folgende bekannt geworden:

Apatit, farblos, durchsichtig oder gelblich, in der einfachen Combination 1010, 0001, begleitet von braunem Granat, Diopsid, auf Chlorit (Klinochlor).

Aragonit, als grosse Seltenheit, erst 1885 von A. A. Lösch festgestellt.

Baryt, Nester und schmale Gänge im Talkschiefer, hellblau, grau, mit Rauchquarz, späthigem Kalk und Pyritpseudomorphosen; meist derb oder späthig, aber auch in grossen grünlichweissen Krystallen vom Habitus derjenigen von der Tschuwáschskaia Step'. Unwahrscheinlich wäre es nicht, dass der mit Quarz vorkommende krystallisirte Baryt in der That von jener bekannten Grube herstammt, die ja auch von Achmátow erschlossen und vielleicht von Manchem mit seinem Namen bezeichnet wurde.

Calcit, späthig, selten in Krystallen; ein schöner Krystall von der Form 10$\bar{1}$0, 11$\bar{2}$0, 1012, $\bar{h}\,\bar{i}\,\bar{k}\,l$ mit moroxitfarbigem Diopsid in der Sammlung des Herrn Sokolówsky zu St.-Petersburg. Im späthigen Kalk kleine Krystalle von Titanit eingewachsen. Pseudomorphosen nach Granat und Vesuvian, bei welchen die Umwandlung von innen nach aussen fortschreitet, sodass manchmal nur noch eine papierdünne Vesuvianschicht den Calcitkern umhüllt. Ein vorzügliches Exemplar von der Gestalt 110, 111, 001 in der Sammlung des Herrn Sokolowsky.

Chloritgruppe: 1) „Pennin" in nicht deutlichen Krystallen; 2) Chlorit bräunlich grün, pleochroitisch (grün-braun), tafelförmige Krystalle, oft mit Chlorit parallel verwachsen und aus ihm entstanden. Pseudomorphosen nach Granat und Vesuvian mit von innen nach aussen vorschreitender Umwandlung; eine braunrothe durchscheinende Varietät in spindelförmigen Krystallen, begleitet von Magnetit (110, oder 111, hOl , grossen Calcitkrystallen ($\bar{2}$021), Granat (110, 112) hellem Titanit und Diopsid.

Chondrodit, mit Perowskit in bläulichem späthigem Kalk.

Epidot in drei Varietäten: 1) chocoladebraun, fettglänzend, auf Klüften des Chloritschifers quer sitzend und 1/2 Zoll dicke Gänge bildend, auch pseudomorph nach Apatit (10$\bar{1}$0, 10$\bar{1}$1), ferner in braunrothen Granat und Chlorit umgewandelt; wurde früher für Zoïsit gehalten. 2) Pistacit, ebenfalls auf Klüften des Chloritschiefers und auf Kalkspath, von Diopsid und hellbraunem Granat begleitet. 3) Buck-

landit von denselben Mineralen und noch dem gelben Titanit begleitet; in einzelnen Krystallen in späthigem Kalk; wurde früher für schwarzen Titanit gehalten.

Granatgruppe. Es sind verschieden gefärbte Abarten bekannt: 1) bräunlichrother Kalkthongranat in Ikositetraëdern (112) auf Chlorit und Granatfels mit Diopsid und anderen Mineralen; 2) gelber Granat; 3) brauner Kalkeisengranat mit grünem (Vesuvian?) Kern, in Nestern eines bläulichen Kalkes eingewachsen: die Krystalle haben die Gestalt 110, 112; 4) als Seltenheit, weisser Granat 110, 112; 5) Melanit nur 110 aufweisend; ferner kommen noch andere braune und rothe Varietäten vor, endlich derber grüngelber Rothoffit. Die ersten Granaten fand Hüttenverwalter Mohr im Jahre 1834. Pseudomorphosen von Chlorit nach Granat sind nicht selten.

Ilmenit, in grossen Krystallen, begleitet von Titanit, flachpyramidalen Krystallen von Vesuvian u. s. w. Nach Jereméiew kommt er in derbem Magnetit eingewachsen vor.

Magnetit, in Krystallen mit herrschendem 110, aber auch 100 (!) zeigend; pseudomorph nach Perowskit; in derben Massen.

Orthit (Uralorthit, Bagrationit): schwarz, seiner Zusammensetzung nach (nach Hermann) zwischen eigentlichem Orthit und Epidot stehend.

Perowskit, in hexaëdrischen Krystallen, in körnigem Kalk oder auch auf Chloritschiefer aufgewachsen, mit Magnetit, Titanit, Diopsid, auch in Tetrakishexaëdern, welche dem Dodekaëder nahe stehen.

Pyroxen — Diopsid von weisser bis dunkelgrüner Farbe, sowohl in vollkommenen Krystallen, als auch in blätterigen und stengeligen Aggregaten, an körnigen Kalk gebunden. Lissénko und Nesterówsky hatten die Diopsidkrystalle für Skapolith gehalten, wogegen die krystallinischen blätterigen Aggregate als Diallag angesehen wurden.

Titanit, hellgelb in körnigem Kalk; gelbgrün auf Chlorit; ausserdem fast wasserhelle und auch chocoladebraune briefumschlagförmige Krystalle mit weissem Apatit.

Vesuvian, an der Grenze zwischen Chloritschiefer und körnigem Kalk, in mannigfaltigen Farben (grün, braun, beinahe roth) und wechselndem Habitus (linsenförmig, gedrungen pyramidal, prismatisch); häufig mit Einschlüssen von Kalkspath, Klinochlor, Granat („Kernpseudomorphosen").

Zirkon, weiss; soll nach Kokscharow in einem einzigen Krystall vorgekommen sein.

Nicht auf die Achmátow'sche Grube dürfen Stücke im St.-Petersburger Berginstitut bezogen werden, deren Etiquetten einfach die Bezeichnung „Názemskaia Gorá" tragen. Die Punkte, an denen sie gesammelt worden sind, lassen sich nicht feststellen. Es sind folgende Minerale: Uwarowit auf Chromit; Magnetit in Nestern und Lagern sehr verbreitet, wurde nach Nesterówsky bereits 1801 gewonnen; Manganit in dicken Dendriten auf Brauneisen; Molybdänit in grossblät-

terigen Aggregaten in grobkörnigem Syenit; Rutil in langen Säulen mit Chlorit und Calcit (Originaletiquette von Kämmerer). Ebensowenig dürfte der Punkt im Názemskaia-Berg bekannt oder zu ermitteln sein, wo der im Berliner Museum befindliche Zoïsit gesammelt worden ist.

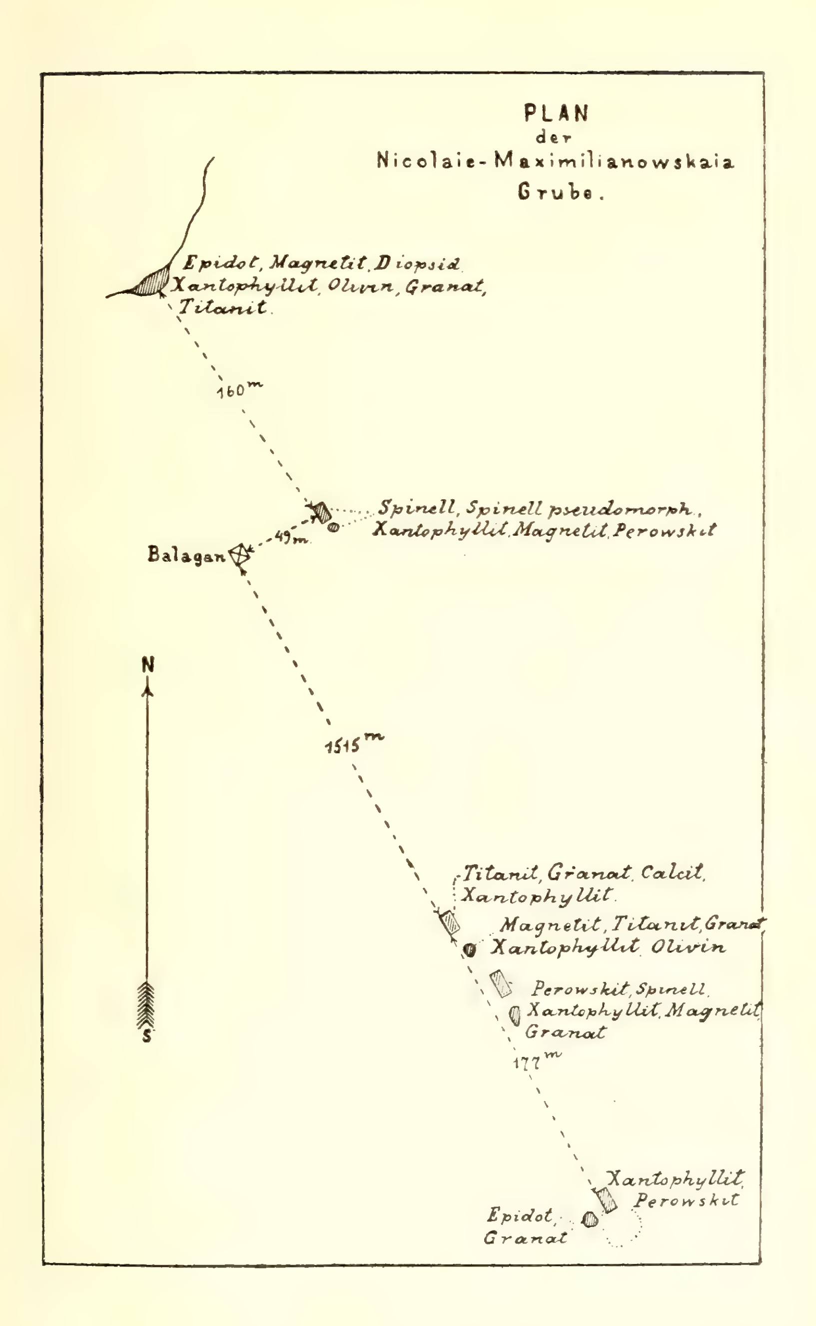
b) Die Nikoláie-Maximiliánowskaia Grube wurde im Jahre 1867 in einem der Názemskaia Gorá parallelen, NW von ihr gelegenen und Magnítnaia Gorá bezeichneten langgestreckten Hügel durch W. J. Redikórtzew angelegt und zu Ehren des Herzogs Nikolai Maximilianowitsch von Leuchtenberg benannt. Es ist keine einheitliche Grube, sondern eine NO—SW, also in der Streichrichtung des Hügels selbst verlaufende Reihe von etwa 17 Schürfen, deren Gesammterstreckung rund 300 m. ist. Nach Muschkétow ist der Bau des Hügels ein symmetrischer, indem sämmtliche NO—SW streichenden und SO, also nach innen, unter 45^0—50^0 einfallenden Schichten nach beiden Seiten eines aus körnigem Kalk gebildeten mittleren Theils dieselbe Aufeinanderfolge zeigen: Talk- und Chloritschiefer, Hornblendeschiefer, „schiefriger Diorit". Derselben Ansicht hält sich auch Mélnikow, welcher die Gruben vier Jahre später, als sie von Muschkétow besucht wurden, d. h. 1882, weiter aufgeschlossen hat. Dagegen bezeichnet Norpe (Privatmittheilung) den „schiefrigen Diorit" als Gneiss und erwähnt keinen Talkschiefer. Ob hier ein dynamometamorpher, verdrückter Diorit oder ein wirklicher Hornblendegneiss vorliegt, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist die Lagerstätte stark metamorphosirt, worauf schon die Epidotbildung hinweist und vor allen Dingen das Auftreten zahlreicher Minerale im Contact der Schiefer und der eingelagerten Kalke, sowie in den Kalken selbst in der Nähe der Berührungsflächen. Ich selbst sah, als ich nach weiteren vier Jahren (1886) die Lagerstätte besuchte, bei dem ungünstigen Zustande, in welchen die Aufschlüsse gerathen waren, nur Chloritschiefer und darin eingelagerten grobkörnigen, bröcklichen, bläulichen Kalkstein.

Die Mineralführung ist, wenn man von den beinahe überall wiederkehrenden gemeinsten Species Epidot, Granat und Chlorit absieht, fast in jedem Schurf eine andere, und Mélnikow mag vielleicht recht haben, wenn er drei „Gänge" annimmt: einen östlichen, vorwiegend durch Epidot gekenntzeichneten, einen mittleren, welchem Perowskit, Waluiewit und Klinochlor eigen sind, und einen westlichen, durch Titanit neben Granat charakterisirten. Die Minerale, welche hier, in der Gesammtheit der Schürfe gefunden wurden, sind:

Amphibol, Hornblende, gesteinbildend im Hornblendeschiefer, dunkelgrün.

Brucit, bis 1,5 cm. grosse Tafeln im Perowskit-Schurf.

Chlorit, Pennin, Klinochlor, bräunlichgrün in verschiedenen Tönen bis grünlich-weiss. Für ein Mineral der Chloritgruppe hat man wohl nicht gut charakterisirten Xanthophyllit (Waluiewit) gehalten,


PLAN
der
Nicolaie-Maximilianowskaia
Grube.
Epidot, Magnetit, Diopsid
Xantophyllit, Olivin, Granat,
Titanit.
160m
Spinell, Spinell pseudomorph.,
Xantophyllit, Magnetit, Perowskit
49m
Balagan
N
S
1515m
Titanit, Granat, Calcit,
Xantophyllit.
Magnetit, Titanit, Granat
Xantophyllit, Olivin
Perowskit, Spinell.
Xantophyllit, Magnetit
Granat
177m
Xantophyllit,
Perowskit
Epidot,
Granat

daher bei einem sogen. „Chlorit" Nikoláiew Xanthophyllit-Zusammensetzung fand!

Epidot, vorwiegend in dem nördlichsten, an der Epidótowaia Sopka (=Epidotkuppe) gelegenen Schurf, honiggelb, hellgrüngelb, hellbraun, braungrün, häufig vollkommen durchsichtig.

Granat, rothbraun oder grünlich mit Chlorit auf bröckelichem körnigem Kalk, durch das Auftreten von (102) von dem Granat der Achmátow'schen Grube zu unterscheiden; ausserdem kommt ein schwarzer Granat vor.

Ilmenit, in tafelförmigen Krystallen.

Magnetit, Oktaëder in Chloritschiefer eingewachsen; manchmal pseudomorph nach Spinell.

Olivingruppe: Forsterit, im bläulichen Kalk, hellbräunlichgelb, wurde früher für Apatit gehalten, welcher in diesen Gruben gänzlich fehlt, oder bisher wenigstens nicht beobachtet worden ist.

Perowskit, braun, durchscheinend, entweder im grobkörnigen Kalk des Perowskitschurfes, oder von Klinochlor begleitet im Spinellschurf.

Pyroxengruppe: Diopsid, graugrün grossblätterig oder in stengeligen Aggregaten.

Spinellgruppe: Ceylonit, schwarzbraun fast nur das Oktaëder, selten und stets untergeordnet das Dodekaëder zeigend; auch in Zwillingen nach (111), mit eingelagertem Klinochlor; pseudomorph nach Klinochlor; auf und in Chloritschiefer und Kalk. Mélnikow fand ein Krystallbruchstück von rund $10^1/_2$ kg. Gewicht! (Sammlg. d. Kais. Berginstituts zu St. Petersburg).

Titanit, röthlichweiss, röthlichgelb in und auf Chlorit, mit Einschlüssen von Granat—dann rothbraun—und Chlorit.

Vesuvian, dunkelölgrün in pyramidalen Krystallen in körnigem Kalk und Klinochlorschiefer des Perowskitschurfes.

Xanthophyllit, var. Walujewit, ölgrün in körnigem Kalk, z. Thl. in tadellosen Krystallen.

Zirkon, mit Epidot und Granat im körnigen Kalk der Epidotkuppe.

Ausser den aufgezählten Mineralen beobachtete ich selbst an den Perowskitstufen des Spinellschurfes ein röthliches an dichten Lithionglimmer erinnerndes Glimmermineral. Auch Muschkétow spricht von einem „blätterigen Mineral von röthlicher Farbe, welches dünne Einlagerungen im Hornblendeschiefer bildet, noch nicht näher untersucht worden ist, am nächsten aber dem Xanthophyllit steht". Damit ist doch sicher nicht der grüne Walujewit gemeint! Mélnikow berichtet über violetten Fluorit, dessen näherer Fundort ihm indessen unbekannt geblieben ist.

c) Die Jereméiewskaia Grube liegt etwa 5 Werst nördlich von der Nikoláie-Maximiliánowskaia, am Dolgiĭ Mys (= langes Kap), zwischen den Bächen Tschórnyĭ und Lubënyĭ und wurde vom Bergingenieur Tsch. V. Pancerżinski im November 1888 angelegt. Auf seine Anregung hin wurde er von der Kais. Mineralogischen Gesell-

schaft zu St. Petersburg (Beschluss vom 5 April 1887) aufgefordert in den bestehenden Mineralgruben des Bergwerkbezirks Zlatoúst die Aufschlüsse zu erweitern und die Gewinnung der Minerale zu fördern. Bereits zum Herbst desselben Jahres langten Sendungen bei der Mineralogischen Gesellschaft an, sodass Professor Jereméiew schon in der Novembersitzung interessante Exemplare vorlegen konnte; und im Jahre 1888 war die Anlage der neuen Grube vor sich gegangen.

Eine Beschreibung der geologischen Verhältnisse liegt noch nicht vor, hingegen lassen die gewonnenen Minerale und ihre Associationen auf ähnliche Bedingungen schliessen, wie sie in den benachbarten Gruben herrschen. Die einzigen Angaben in der Litteratur rühren von Jereméiew her und sind in den Sitzungsprotokollen der Mineralogischen Gesellschaft enthalten. Sie beziehen sich auf folgende Minerale:

Perowskit, braun, durchsichtig. Granat, braun, auf derbem Magnetit, Klinochlor, Magnetit, Titanit, Vesuvian, Diopsid in grossen Krystallen auf derbem Magnetit aufgewachsen. Von Interesse sind orientirte Verwachsungen von Perowskit und Ilmenit, wobei 100 des ersteren mit 0001 des zweiten in eine Ebene fallen oder einander parallel liegen. Von Pseudomorphosen wurden beobachtet: Magnetit nach Perowskit; Vesuvian nach Diopsid; Granat nach Titanit, mit z. Thl. erhaltenem Kern von grasgrüner Titanitsubstanz; Vesuvian, Granat und Klinochlor nach Epidot.

Unzweifelhaft ist das ganze Gebiet mineralreich, denn schon im Jahre 1886 führte mich Herr Pancerżinski zu einem etwa 1½ Werst N von der Nikoláie-Maximiliánowskaia Grube entfernten Magnetitlager, in welchem kleine Mengen Erzes für die Hütte Kussa gewonnen wurden und welches auch andere Minerale führt. Der Magnetit ist titanhaltig und bildet mit derbem Granat und Chlorit ein eigenartiges Gemenge, welches als Unterlage für aufgewachsene Granat- und Chlorit-Krystalle dient.

II. Die Mineralgruben östlich von der Uralkette.

Das ehemalige Miasser Hüttenwerk (= Miasskiĭ Zawód) gegenwärtig kurzweg Miass genannt — SO ist die officielle Bezeichnung und Schreibweise — liegt 30—35 Werst SO von Zlatoúst, an der Grenze zwischen metamorphischen Schiefern und älteren Orthoklasgesteinen, welche die hier beginnenden und fast genau nach N auf eine Erstreckung von beiläufig 60 Werst sich hinziehenden Ilménberge (= Ilménskiia Góry) zusammensetzen.

Die Orthoklasgesteine sind z. Thl. NS streichende gneissartige Granite mit WO streichenden Pegmatit-Gängen und Nestern, z. Thl. echte Syenite, z. Thl. sog. Miascite G. Rose's (richtiger ist die Form der russischen Geologen: Miaskit und noch besser: Miassit) unter welchen er eläolithführende und eläolithfreie unterscheidet. Sie dürften wohl als Eläolithbiotitsyenite und Biotitsyenite bezeichnet werden.

Endlich würde noch der untergeordnet auftretende „Weissstein" G. Rose's zu erwähnen sein, welcher nicht etwa als Granulit, sondern wohl als gangförmiger Granit aufzufassen wäre. Neben diesen, miteinander mineralisch und offenbar auch genetisch verwandten, Gesteinen hatte schon im Jahre 1829 G. Rose auf dem Rücken des Zuges körnigen Kalk angetroffen, dessen Auftreten auch von späteren Beobachtern angeführt wird, aber unaufgeklärt geblieben ist.

Alle genannten Gesteine—die Orthoklasgesteine, wie der körnige Kalk—sind durch die Mannigfaltigkeit der Minerale, welche sie führen, ausgezeichnet, von denen indessen einige ausschliesslich an die eine oder andere Gesteinart gebunden sind.

Der Gneissgranit bietet in seiner mineralischen Zusammensetzung nichts besonders Bemerkenswerthes; wohl verdient es aber hervorgehoben zu werden, dass im pegmatitischen Ganggranit der Orthoklas vielfach durch grünen Mikroklin (Amazonit) ersetzt wird. Die Syenite, welchen eine geringere Verbreitung zukommt, bestehen aus röthlichem Orthoklas und dunkelgrüner Hornblende; manchmal, so im nördlichen Theile der Ilménberge, ist die Hornblende eine aus Augit entstandene secundäre, sodass diese Abart der Syenite mit Recht von Jereméiew die Bezeichnung Uralitsyenit erhalten hat. In den Biotitsyeniten (G. Rose's „eläolithfreie Miascite") tritt die Hornblende nur untergeordnet auf und ist durch einen dunkelen braunschwarzen Biotit vertreten. In den Eläolithbiotitsyeniten, den eigentlichen Miassiten ist der helle, graue, grünliche oder röthliche Eläolith, neben Orthoklas und Biotit, ein Hauptgemengtheil des Gesteins, während als Nebengemengtheile anzusehen sind: blauer Sodalith, rosarother Cancrinit, brauner oder gelbbrauner Zirkon, und wohl auch schwarzer metallisch glänzender Ilmenit und spargelgrüner Apatit. Die Miassite sind den Gneissgraniten untergeordnet, scheinen durch sie durchgebrochen zu sein, um theils stock-, theils gangförmig die höchsten Felsen des Gebirgszuges zu bilden. Vorwiegend den westlichen Abhang der Ilménberge zusammensetzend, reichen sie bis zum Rücken hinauf und über diesen hinaus nach O, bis zum Thal der dem Ilménsee zufliessenden Tscheremschánka hinab. Der „Weissstein" ist ein granitisches, aplitisches, Ausfüllungsgänge bildendes Gestein, aus weissem Orthoklas und Albit, grauem Quarz und rothem Granat zusammengesetzt, wie er auch sonst an vielen Stellen des Urals z. B. im Granitplateau von Mursinka u. dgl. mehr angetroffen wird oder stehen gebliebene sogen. „Teufelsmauern" bildet, während das durchbrochene, bezw. die Gänge umschliessende, Gestein rund herum weg erodirt ist.

Die zahlreichen Mineralgruben oder Schürfe gruppiren sich vorwiegend um den, dem Orte Miass am nächsten gelegenen, See Ilmén (Ilménskoie Ózero), namentlich liegen sie an dessen Ostseite in dem sogenannten Ilméner Wald (Ilménskiï Bor) und bis in die Nähe des Sees Argaiásch, ferner am Ostabhange der Ilménberge, an den Ufern der Tscheremschánka und der sich in den See Miássowo (Miassowo Ózero) ergiessenden Niáschewka, sowie den in diese mündenden Bächen. Verein-

zelte Gruben trifft man östlich der Niáschewka, an der sogen. Kosáia Gorá (Schräger Berg), auch weiter nördlich bis zum Dorfe Seliánkina, am rechten Ufer des Miassflusses, so die von Muschkétow aufgeschlossene „neue Korundgrube". Ohne verschiedene Gruben mit zu berücksichtigen, zählt Mélnikow deren 88 auf, während in Wirklichkeit auch die Zahl 120 kaum genügen dürfte. Die meisten von ihnen werden mit dem Namen des herrschenden oder wichtigsten Minerals, verbunden mit dem des Entdeckers, unter dessen Leitung der Schurf erschlossen wurde, benannt, z. B.: „Barbot de Marny's Korundschurf", „J. J. Redikortzew's (2-ter) Columbitschurf" u. s. w. Manche führen mehrere Namen, von denen aber wohl immer nur der eine den Mineralgräbern bekannt ist.

Die ersten Mineralfunde in den Ilménbergen wurden bereits im XVIII Jahrhundert gemacht. So entdeckte der Kosak Prútow den ersten Topas. Systematisch nach Mineralen zu suchen und sie durch Schurfarbeiten zu gewinnen wurde erst in den 20-er Jahren dieses Jahrhunderts begonnen, als zunächst der Lübecker Händler Menge in dieses Gebiet kam und dann von der russischen Staatsregierung sogenannte „farbige Partieen" unter der Leitung geeigneter Bergingenieure hinausgeschickt wurden [1]). Bei sorgfältigen Schürfungen hat es sich herausgestellt, dass bei den meisten Gängen namentlich deren Mitte mineralreich ist, was vielleicht mit der Füllung der Gänge von aussen nach innen und unbehinderterer Krystallisation nach der Axe des Ganges zu zusammenhängt.

Obwohl einzelne Minerale für bestimmte Gesteine charakteristisch sind, sind die meisten an eine bestimmte Gesteinart nicht gebunden. Eine Klassification der Minerale nach den sie enthaltenden Gesteinen würde daher unvermeidlich zu Wiederholungen führen, wesshalb auch hier die alphabetische Anordnung beibehalten werden möge.

Aeschynit, in einem Gemenge von rothem oder weissem Orthoklas, weissem Albit und schwarzem Biotit, mit Zirkon, oft einen Orthoklas oder Zirkonkern einschliessend, an der Tscheremschánka, auch mit Orthit und Monazit; im Ilméner Wald, in den Razderíschin'schen Gruben, in grossen gut ausgebildeten Krystallen, mit ebenso ausgezeichneten Krystallen des Monazits. Von hier stammt der grösste Krystall her: er ist 6 cm. lang und befindet sich in der Kotschubéi'schen Sammlung zu St. Petersburg.

Amphibol: 1) Sogen. Kupfferit; smaragdgrüne, chromhaltige (1,21% Cr_2O_3), feinstrahlige Aggregate, angeblich in Granit (?) eingewachsen. 2) Hornblende, grossblätterig, dunkelgrün, mit tombakbraunem Biotit und eingewachsenen kleinen hellbraunen undurchsichtigen pyramidalen Zirkonkrystallen, an der Tscheremschánka. 3) Schwarze

---

[1]) „Farbige Partie" (Tzwetnáia Pártia) nannte man eine unter dem Befehl eines Bergingenieurs stehende Anzahl von Arbeitern, welche nach „farbigen Steinen" (Tzwetnýie Kámni) d. h. werthvollen Mineralen (Beryll, Turmalin, Topas, Zirkon, Korund u. s. w.) zu suchen hatten.

Hornblende mit geflossener Oberfläche, vergesellschaftet mit grossen Orthoklaskrystallen, körnigem Kalk und Apatit — unweit des Dorfes Seliánkina. Sonst treten verschiedene Amphibolvarietäten gesteinbildend (im Syenit u. s. w.) oder im Seifengebirge (weisser und grauer Tremolit) auf.

Apatit, 1) als Spargelstein in grossen bis 8 cm. langen gelben, an den Kanten abgerundeten Krystallen in Miassit; 2) im körnigen Kalk mit Ilmenit an den Quellen der Tscheremschánka und in grossen Krystallen mit Zirkon am Sawéliew Kliútsch. Manchmal in solcher Menge, dass der körnige Kalk kaum sichtbar ist; 3) mit Schwarzer Hornblende und Orthoklas (Syenit) und mit Kalk beim Dorfe Seliánkina. Alle ilménischen Apatite enthalten kaum Spuren von Chlor, sind also fast reine Fluorapatite.

Beryll, weitverbreitet in den Topasgruben am NO-Ufer des Ilménsees, z. B. der Kotschëw'schen, Trubéiew'schn u. a., im Ganggranit auf Quarz oder Amazonit, mit Topas, Phenakit u. s. w.; an den Seen Jelántschik, Miássowo, Wschíwoie, Argazí, Tschórnoie. Der Beryll ist hellgelb, grünlich, smaragdgrün (nach Lissénko am See Jelántschik), bläulich, auch trübe, undurchsichtig; manchmal in recht grossen bis zu 2 kg. schweren Krystallen. Die schönsten, bis $1^1/_2$ Zoll langen, fanden sich in den Lobatschéw'schen Gruben, zwischen den Seen Ilmén und Argaiásch.

Cancrinit, von G. Rose nach dem russischen Finanzminister Grafen Cancrin benannt; im Miassit, als Nebengemengtheil, in rosarothen derben Massen oder kurzstengeligen Aggregaten, welche nach drei, einer Zone angehörenden und unter 120° sich kreuzenden, Ebenen (Flächen eines hexagonalen Prismas) spaltbar sind.

Chiolith, grünlich, mit Kryolith und angeblich Fluorit in der Topasgrube № 5 (auch „Kryolith-Topas-Grube" genannt) im SW des Wschíwoie Sees, im Amazonit führenden Pegmatit. Ich beobachtete derbe Partieen eines bläulichen, an Fluocerit erinnernden Minerals. In demselben Schurf, aber nicht unmittelbar mit den Fluoriden vergesellschaftet treten auf: Muscovit, Topas, Phenakit, Ilmenorutil u. a. — Das als „Chodnewit" bezeichnete Mineral ist nach Groth ein Gemenge von Chiolith und Kryolith.

Columbit, G. Rose's „Mengit" z. Th., Brooke's „Ilmenit"; in dünnen schwarzen prismatischen Krystallen, mit Samarskit und grünlichgrauem Zirkon (Malakon) in weissem Feldspath oder im Amazonit oder auf plattig zerklüftetem, stellenweise grünlich-bläulichem Quarz. Sonst von allen verbreiteteren Mineralen der Topasschürfe begleitet. In der Blum'schen Grube und vielen anderen.

Desmin (?), strahlig, bläulich, mit Phenakit auf Amazonit in der Gasberg'schen Phenakitgrube im NO des Wschíwoie See. Sonst auch als „blauer Albit" in der Litteratur aufgeführt.

Eläolith; Hauptbestandtheil des Miassit; graulichweiss, oder röthlichweiss, meist in unregelmässig begrenzten krystallinischen Massen, selten krystallisirt, dann aber nur in der Combination 1010 . 0001.

G. Rose sah bis zollgrosse Krystalle. Begleiter des Eläoliths sind: weisser Orthoklas, schwarzer Biotit, blauer Sodalith, rosarother Cancrinit, brauner oder hellgelber Zirkon, spargelgrüner Apatit und schwarzer metallglänzender Ilmenit, selten brauner Titanit.

Epidot in P. N. Barbot de Marny's Grube am Tschórnoie See im Syenit, stengelig und auch in Krystallen deren kleinere hellgrün und durchsichtig sind (Pistacit), mit gelbem Feldspath verwachsen, nach Menge von Titanit, Magnetit, Apophyllit und Skapolith begleitet. Die beiden letzteren Minerale sind nicht verbürgt. Eine andere Angabe Menge's ist: in derbem Granat im Gneiss.

Feldspathgruppe: Orthoklas, Bestandtheil des Miassits, Gneissgranits, Ganggranits (Pegmatits), Syenits; in allen Farben von weiss, grau, gelb, bis roth. Selten in Krystallen: in der K. D. Romanówsky'schen Grube an der Niáschewka, gegenüber Rożkow Kliútsch, gelblichgrau in Hornblendegneiss: in Drusenräumen des Miassit: an der Ostseite des Ilménsees mit eingewachsenem Samarskit (nach G. Rose und Söchting).

Mikroklin, theils als Amazonit, theils fleischroth, fast in allen Gruben des Ilméner Waldes, als Hauptgemengtheil des Gänge und Nester bildenden Schriftgranits. Manchmal in recht grossen schönen Krystallen von blaugrüner Farbe; derbe, einheitlich krystallinische Partieen von Amazonit erreichen bis zu 17 cm. Länge. Albit, an vielen Stellen, sowohl im Granit als auch im Miassit, meist nur krystallinisch (gesteinbildend), selten in kleinen Krystallen: auch in kugeligen und kammförmigen Aggregaten auf Amazonit, z. B. in der Prútow'schen Topasgrube am Ostufer des Ilménsees.

Fluorit, violblau, in grünem Chiolith, in der Topasgrube № 5 am Wschíwoie See (nach einer Stufe in der Sammlung des kais. Berginstituts zu St. Petersburg). G. Rose, welchem die Menge'sche Zirkongrube an der NO-Seite des Ilménsees als Fundort angegeben wurde, fügt hinzu: „also im Miascit“. Mélnikow ergänzt diese Angabe mit dem Hinweis auf die Cancrinitgrube, in welcher der Fluorit im Miassit eingesprengt und auch in Krystallen vorgekommen sein soll.

Glimmergruppe: 1) Biotit, sehr verbreitet im Miassit wie im Granit. Im ersteren ist nach Strižów ein Krystallfragment von 62,5 kg. Gewicht gewonnen worden. In der Strižów'schen Grube säulenförmige Krystalle. An der Tscheremschánka tombak-braun mit breitstengeligem Amphibol. Am Ostufer des Ilménsees, richtiger am Ostrande des angrenzenden Sumpfes wurde grossblätteriger Biotit gewonnen, wobei Blätter bis zu 50 cm. Länge und 30 cm. Breite geschnitten werden konnten. In der Goligúzow'schen Topasgrube. östlich vom Ilménsee, finden sich Biotitflasern mit halbkugeliger Oberfläche und concentrisch schaligem Bau; sie sind bei den Mineralgräbern allgemein unter der Bezeichnung „Barbótowy Gláski“ („Barbot's Äuglein“) bekannt. 2) Muscovit, ebenfalls weit verbreitet, namentlich im Pegmatit des Ilméner Waldes und an der Kosáia Gorá (Schräger Berg) östlich von der Niáschewka; hier mit Einschlüssen von Granatkrystallen und ro-

then Haematitblättchen; z. Thl. grossblätterig und wurde in eigens dafür angelegten Gruben gewonnen.

Granat, von sehr mannigfaltiger Zusammensetzung, in verschiedenen Gruben und verschiedenen Gesteinen: in der durch die grosse Mannigfaltigkeit ihrer Minerale bekannten Blum'schen Grube im Ilméner Wald fand Th. N. Tschernyschéw Manganthongranat in grossen braunen Ikositetraëdern (112) im Topas führenden Ganggranit; Manganthongranat war übrigens schon Lissénko im Jahre 1859 in lebhaft rothen Krystallen (112) aus der „Umgegend von Miass" bekannt. Eisenthongranat im „Weissstein" auf der Höhe des Ilménberges, am See Miássowo mit schwarzem Turmalin und Quarz in Granit und vielfach in den Gruben zwischen den Seen Tschórnoie, Miássowo und Jélantschik. Am Tschórnoie-See derb mit grünem Epidot und Skapolith (?).

Graphit: am Ufer des Sees Jelántschik in losen abgerollten Stücken, „aus dem See ausgeworfen" (!); am linken Ufer der Tscheremschánka eingesprengt und in kleinen Nestern in Granit.

Helvin, in Amazonitgranit unweit des Ostufers des Ilménsees in schaligen, krystallinen, braunrothen, früher für Granat gehaltenen Massen. Später ist er auch in Albit eingewachsen angetroffen worden. Die Angabe Muschkétow's, welcher auf seiner Karte eine „Helvingrube am Tschórnoie-See verzeichnet, dürfte auf einem Versehen beruhen.

Ilmenit, Menge's „Tantalit"; als Nebengemengtheil des Miassits allgemein verbreitet, nicht nur in Orthoklas, Eläolith und Biotit in z. Thl wohlausgebildeten Krystallen eingewachsen, sondern auch selbst Biotitblätter und Apatitkörner umschliessend; in grossen abgerundeten Krystallen im körnigen Kalk des Ilméngrates, mit honiggelbem Zirkon, Apatit u. s. w., in Ganggranit, als Begleiter von Topas nicht häufig.

Korund scheint vorwiegend auf das Gebiet der Niáschewka und ihrer Zuflüsse beschränkt zu sein, wo er theils in Granit mit Muscovit, theils in Gneiss mit Biotit, theils endlich in Syenit mit Hornblende, stets aber mit gelbem Orthoklas vergesellschaftet vorkommt. Seltener kommt mit ihm Magnetit vor, nur an einer Stelle wurde Ilmenit und ebenfalls an einer einzigen Stelle Zirkon und Aeschynit neben ihm beobachtet. Meist ist der Korund trübe blau oder grau, sogar braun, in unvollkommnen bis 3 Zoll langen Krystallen. Er wurde 1832 aus der Nähe des Dorfes Seliánkina zu Schleifereizwecken gewonnen und in zerstossenem Zustande an Stelle von Smirgel in Zlatoúst (Degenfabrik) und Jekaterinburg (Steinschleiferei) verwerthet. Im Jahre 1877 fand Muschkétow im Thale des Miass — es ist wohl der nördlichste aller ilménischen Schürfe — unweit des Dorfes Seliánkina den Korund in saphirblauen, tafelförmigen zu Eisenrosen-ähnlichen Aggregaten gruppirten Krystallen. Jereméiew bestimmte an ihnen die Gestalten 0001, $11\bar{2}0$, $22\bar{4}3$, $14.14.\overline{28}.3$, $22\bar{4}1$, $10\bar{1}1$. An den anderen Fundorten sind die Krystalle spindelförmig oder bauchig prismatisch, nur selten

durchsichtig und schön gefärbt, um als Edelstein verschliffen werden zu können. Im Ilméner Wald ist Korund in einem einzigen, W von der Kryolithgrube gelegenen Schurf, in grünlich grauen oder braunen bis zu 1 Zoll langen Krystallen neben Zirkon angetroffen worden.

Kryolith, mit Chiolith als Nest im Amazonitgranit in der Topasgrube № 5 im SW des Wschíwoie See.

Magnetit, an verschiedenen Punkten, in Granit, Gneiss, Amphibolgneiss, in Oktaëdern von manchmal ansehnlicher Grösse, z. B. in der Epidotgrube am Tschórnoie See, in den Zirkon- und den Korundgruben an den Zuflüssen der Niáschewka u. a. O.

Martit erwähnt Jereméiew (1888) aus einer der Aeschynitgruben.

Molybdänit, am linken Ufer der Tscheremschánka in Syenit (röthlicher Orthoklas, schwarze Hornblende), in breiten Blättern. z. Thl. in Ocker von strohgelber Farbe umgewandelt. Nicht verbürgt ist ein zweites Vorkommen im Osten des Ilménsees, 1 Werst vom Wschíwoie See entfernt.

Monazit (und Monazitoïd). Brooke's „Mengit"; an der Tscheremschánka in einem Gemenge hellen Orthoklases und schwarzen Biotits, mit Magnetit, Orthit und Pyrochlor; in schönen Krystallen im Pegmatit des Ilméner Waldes (heller Orthoklas, Muscovit) mit Zirkon und gut krystallisirtem Aeschynit; in dem quarzführenden Ganggranit (rother Orthoklas, Albit, grauer Quarz, wenig Biotit), der ebenfalls im Ilméner Wald gelegenen Topas- und Beryllgruben, namentlich in der mineralreichen Blum'schen Grube, mit Samarskit, Columbit, Ilmenorutil, Granat, Topas, Phenakit u. s. w., in den Lobatschéw'schen Gruben zwischen den Seen Ilmén und Argaiásch, mit und in Beryll. Der Monazit ist rothbraun, manchmal recht dunkel, stets in vereinzelten Krystallen. Die Mineralgräber nennen seine Krystalle „Klópiki", was „kleine Wanzen" bedeutet. In zersetztem Zustande nimmt der Monazit eine gelbbraune Farbe an. In der Helvingrube finden sich grosse Krystalle von „Monazitoïd".

Orthit (Uralorthit) an der Tscheremschánka, von Zirkon, selten von Titanit begleitet, in Granitgängen in tafelförmigen Krystallen oder noch häufiger in derben, pechschwarzen Massen, welche von den Mineralgräbern „Tschewkinit" genannt werden. An der Niáschewka wurde in Tschewkin's Anwesenheit eine Masse von 6,4 Kg. Gewicht gewonnen. Am Uzków Kliútsch wurde der erste ilmenische Orthit gefunden. Im Ilméner Wald in rothem Granit mit hellfarbigem Beryll.

Phenakit auf Amazonit, mit Topas, Biotit, blauem Desmin (?), Ilmenorutil u. a. in Granitgängen, fast ausschliesslich in den Gruben des Ilméner Waldes, namentlich in der Blum'schen, in der Topasgrube № 5 (der Kryolithgrube), in der Gasberg'schen Phenakitgrube, in der K. D. Romanówsky'schen Beryllgrube a. d. Niáschewka, wo die Krystalle grösser als sonst wo waren, in der Strižów'schen Topasgrube, in den Lobatschéw'schen Gruben zwischen den Seen Ilmén und Argaiásch u. a. O. mehr. Der Habitus der Krystalle ist ein stumpf rhomboëdrischer, nicht prismatisch, wie bei den Krystallen aus den

Smaragdgruben an der Tokowaia, dafür sind die ilménischen Krystalle viel kleiner, namentlich winzig, wenn sie zu Krusten zusammengefügt einzelne Flächen der Amazonitkrystalle überziehen.

Pyrochlor, in rotbbraunen, vorwiegend das Oktaëder allein zeigenden Krystallen, manchmal mit 112 und 113 combinirt; in Granitgängen, welche hellen, röthlichweissen, perlmutterartig glänzenden Orthoklas, Albit und schwarzen Biotit führen. Fast stetiger Begleiter ist brauner oder honiggelber Zirkon, manchmal Apatit, Aeschynit, Magnetit, Hornblende, wo die Gänge syenitisch werden. Hauptsächlich am linken Ufer der Tscheremschánka; nach Lissénko auch an den in die Niáschewka mündenden Bächen: Uzków Kliútsch und Topkáia.

Quarz, als Gemengtheil der Granitgänge mit Orthoklas und Amazonit zu Schriftgranit verwachsen. In Krystallen selten, so in den Lobatschéw'schen und diesen benachbarten Gruben, zwischen den Seen Ilmén und Argaiásch, ferner in der Goligúzow'schen Grube und anderen, als Rauchquarz, Morion, mehr oder weniger gefärbt, manchmal von beträchtlicher Grösse, bis zu 5 Fuss lang. Amethyst ist als Gerölle am Ostufer des Sees Jelántschik, unweit der Fundstätte des Graphits angetroffen worden.

Rutil (Ilmenorutil) mit Topas, Phenakit auf Amazonit in vielen Gruben des Ilméner Waldes: in der Blum'schen, den Lobatschéw'schen in schöneren Krystallen. Eigenthümlich gedrungen pyramidale schwarze Krystalle mit halbmetallischem Glanze, meist Zwillinge nach (101), seltener nach (301). Nach Jereméiew in dünnen Schichten braunroth, sogar gelblich durchscheinend. Ausserhalb der Ilméngegend ist der Ilmenorutil nirgends angetroffen worden. Gewöhnlicher Rutil ist sehr selten, in dem ilménischen Grubengebiet scheint er nur an einer Stelle bekannt geworden zu sein, in einem Syenitgang unweit der Trubéiew'schen Grube, mit Hornblende und gelbem Apatit; sonst ist er in den Goldseifen z. B. beim Dorfe Seliánkina vorhanden; im Gneiss, in blonden „sagenitisch" sich durchkreuzenden Nadeln.

Samarskit, Uranotantal G. Rose's, Yttroilmenit R. Hermann's. Von G. Rose nach dem Stabchef des Bergingenieurcorps Samársky-Býchowetz benannt. In typischen schwarzen, flachen rhombischen Krystallen, mit oft concaven Flächen, vorwiegend in der vielgenannten Blum'schen Grube im Ilméner Wald, in Gesellschaft namentlich von Granat und Monazit, im Ganggranit. Als Seltenheit kommt er auch in anderen Gruben vor, z. B. in dem Redikórtzew'schen Topasschurf zwischen den Seen Ilmén und Argaiásch, in den Aeschinitgruben am SO-Ufer des Ilmén-Sees.

Skapolith, bereits im Jahre 1826 von Menge in derbem Granat des Epidotschurfes am Tschórnoie See angeführt, ist er zu Anfang der 80-er Jahre unter den Vorräthen des Berginstituts zu St.-Petersburg von Mélnikow vorgefunden und von Th. N. Tschernyschew analysirt worden. Der Fundort des Stückes ist mit Sicherheit nicht zu ermitteln gewesen, indessen giebt Mélnikow an, dass das Gestein der Stufe Miassit ist und blauen Sodalith führt. Ein Stück derben braun-

rothen Granates mit dunkelgrünen Epidotkrystallen und strahligen Aggregaten von Skapolith in der Sammlung des Kais. Berginstituts könnte ganz wohl dem Epidotschurf am Tschórnoie See entstammen. E. Hofmann erwähnt den Skapolith von einer Aeschynitgrube östlich vom Ilménsee, was indessen später von keiner Seite bestätigt wird.

Sodalith, Kämmerers „Cancrinit", Gmelin's „blauer Eläolith", wurde in seinem Gemenge mit Cancrinit und Eläolith von Menge und P. N. Barbot de Marny für Dichroït gehalten. Wesentlicher Gemengtheil des Miassit, meist in schön saphirblauen krystallinischen Massen; als Seltenheit kommen auch Krystalle vor. So besitzt die Sammlung des Kais. Berginstituts zu St.-Petersburg einen smalteblauen Dodekaëderkrystall von 2 cm. Grösse. Die am Nordrande des Ilménsees an der Strasse von Miass nach den Seen Miássowo und Kisiagátsch liegende Sodalithgrube ist recht gut aufgeschlossen

Titanit, im Miassit nicht häufig als Nebengemengtheil, in braunen Krystallen, z. B. in der Cancrinitgrube; in Granitgängen an der Tscheremschánka mit Pyrochlor, Zirkon und Apatit, gelblichbraun oder ausgesprochen braun; manchmal im Syenit derselben Gegend und dessen breitstengeliger Hornblende; in einer besonderen Grube nahe der des Molybdänits aufgeschlossen, ebenfalls braun in grossen unvollkommenen Krystallen, z. Thl. in derben schaligen Massen; beim Dorfe Turgoiák nördlich von Miass, im Syenit, nach G. Rose; in der Nähe des Dorfes Seliánkina im Uralitsyenit Jereméiew's. Noch nördlicher, am See Ischkul, nach Lissénko, unmittelbar unter der Dammerde in zerstörtem Feldspath. Selten ist Titanit im Ilméner Wald, so in einer „Titanit"-Grube, hart am Ostrande des den Ilménsee umgebenden Sumpfes, anscheinend in einem Syenitaustritt, in gelbbraunen Krystallen. Der Fundort ist übrigens nicht vereinzelt.

Topas, sehr verbreitet in vielen Gruben des Ilméner Waldes. Die Krystalle sind meist farblos, seltener schmutzig gelblich; in der Grösse sehr wechselnd, etwa zwischen 1 und 2½ cm. im Durchschnitt, vielfach erheblich grösser: in einer der Lobatschéw'schen Gruben, welche die schönsten, klarsten ilménischen Topase geliefert haben, wurde ein Krystall im Gewichte von 400 g. gewonnen. Nach Lissénko wurden in den alten Gruben sogar Krystalle bis zu 4 kg. angetroffen; in der Blum'schen Grube ebenfalls bis zu 400 g. schwere Topaskrystalle gesammelt. Angeblich sollen einige Krystalle zu 1000—3000 Rubel geschätzt worden sein. Neben flächenreichen Krystallen finden sich auch Stücke ohne regelmässige äussere Flächenbegrenzung. Einschlüsse nadelförmiger schwarzer Turmalinkrystalle in Topaskrystallen gehören nicht zu den Seltenheiten, obwohl der Turmalin selbst in den ilménischen Gruben wenig verbreitet ist. Die ersten Topase wurden im XVIII Jahrhundert durch den Kosaken Prútow gefunden und erst viel später folgten weitere Funde, nachdem Anton Kotschéw im Jahre 1824 an der Stelle zu schürfen begann, wo jetzt die nach ihm benannte Grube liegt. Durchweg ist das Muttergestein Pegmatit, hauptsächlich Amazonitpegmatit.

Tschewkinit. Dieses die Metalle der Cer-Gruppe enthaltende Eisenoxydulsilicat, welches G. Rose nach dem Director des Bergcorps (jetzt Berginstitut) in St. Petersburg, General Tschewkín benannte, kommt anscheinend nur in „sammetschwarzen" derben Massen vor, mit Orthoklas verwachsen. Strižów's Angaben über die Fundstätten des Tschewkinits stimmen ziemlich gut mit denen des Orthits überein, welcher ja auch derb angetroffen wird und in diesem Zustande von den Mineralgräbern als „Tschewkinit" bezeichnet wird. Vielleicht sind beide identisch? Das grosse Stück der Kais. Berginstituts-Sammlung zu St. Petersburg hat sich nach Nikoláiew als Magnetit herausgestellt.

Turmalin, nur schwarz, im Ganzen wenig verbreitet, namentlich nicht in gut ausgebildeten Krystallen, dagegen wohl in nadelförmigen, als Einschluss in Topas. Ausgebildete Krystalle sind bekannt auf Amazonit führendem Ganggranit, so in der Goligúzow'schen Grube mit Topas und Granat in der Totschílnaia mit gelblichem und bläulichem Beryll, in den zwischen den Seen Ilmén und Argaiásch gelegenen Lobatschéw'schen und den benachbarten, mit Topas, Beryll, Phenakit u. s. w.

Uralit tritt eigentlich nur als Gesteingemengtheil in den Uralitsyeniten der Gegend des Dorfes Seliánkina auf. In der Sammlung des Kais. Berginstituts befindet sich ein schöner grosser Krystall mit stark ausgebildeten 110 und 100 und zurücktretendem 010, mit kleinen Zirkonkrystallen auf hellrosarothem Orthoklas (Die Etiquette trägt die Aufschrift Coll. Menschínin № $182\frac{14}{56}$).

Zirkon, sehr verbreitetes Mineral; wurde von Menge 1826 gefunden: kommt sowohl im Miassit, als auch in Syenit und Granit vor. Seltener und vorwiegend im Ganggranit auftretend ist die, unberechtigter Weise mit dem besonderen Namen „Malakon" belegte, trübe Varietät. Der Zirkon des Miassit in Krystallen von manchmal ansehnlicher Grösse und bis 400 g. schwer ist graugelb, hellgelb undurchsichtig oder honiggelb und vollkommen durchsichtig. Letzterer bildet kleinere Krystalle und ist fast immer mit Biotit vergesellschaftet, während die grösseren in Orthoklas und Eläolith eingewachsen sind. Unter den krystallisirten Begleitern des Pyrochlors in den Syenitgängen an der Tscheremschánka ist der Zirkon der niemals fehlende. Er ist gelbbraun, undurchsichtig und sein Habitus durch 100, 111 bedingt. In der ebenfalls an der Tscheremschánka gelegenen Grube der breitstengeligen Hornblende in kleinen opaken hellgraubraunen pyramidalen Krystallen (an den sogen. Auerbachit erinnernd). In einer anderen im Granit gelegenen „Zirkon"-Grube derselben Gegend wurde der grösste ilménische Zirkonkrystall gefunden. Obwohl ein Fragment, ist er über 8 Zoll lang und 4 Zoll dick, wiegt 3,5 kg. und ist trotz der ihn verunzierenden Parallelhäufung mehrerer Individuen und Biotiteinschlüsse zu 1000 Rubel geschätzt worden. In den Gruben an der Niáschewka sind Zirkonkrystalle allenthalben vorhanden, am Sawéliew Kliútsch in so sehr tadellosen dunkel honiggelben durchsichtigen Exemplaren, dass sie zu Ring- und sonstigen Schmucksteinen verschliffen werden; am

Uzków Kliútsch wurde neben Zirkon der erste ilmenische Orthit gefunden; hier trifft man neben dem gewöhnlichen Zirkon auch weissen in kleinen Krystallen. An der Ostseite des Ilménsees ist der Zirkon ein Mineral der, durch rothen Orthoklas charakterisirten, Granitgänge, theils als typischer Begleiter des Aeschynits, aber auch von Monazit und Magnetit begleitet (Razderíschin's Gruben). In den eigentlichen durch Amazonit gekennzeichneten Topasgängen tritt der zersetzte, wasserhaltige graubraune oder nelkenbraune undurchsichtige sogen. Malakon auf, meist nicht in einheitlichen Krystallen, sondern in Aggregaten, so in der Columbitgrube fast genau in der Mitte des Ostufers des Ilménsees und dicht am Rande des Sumpfes.

V

VERSANT ORIENTAL DE L'OURAL

D'Ourjom à Ekathérinebourg.

PAR

A. KARPINSKY.

Avant de nous engager sur le versant oriental de l'Oural et avant de passer à la description de notre itinéraire, nous donnerons quelques notions générales sur l'orographie et la structure géologique du versant est de la chaîne.

Bibliographie principale concernant les vastes régions du versant oriental de l'Oural.

Pallas. Reise durch verschied. Provinz. d. Russ. Reichs, 1773, II.

G. Rose. Reise nach dem Uural etc. I, 1837; II, 1842.

M. Karpinsky. Sur les sables aurifères (russe). 1840.

Stchourowski. La chaîne de l'Oural. 1841 (russe).

Mourchison, de Verneuil, count Keyserling. Geology of Russia I, II.

Hofmann. Der Nördliche Ural 1853—56.

Meglitzky et Antipow. Description géologique de la partie méridionale de l'Oural. 1854—1855 (russe).

Antipow. Sur les gîtes de minerais dans l'Oural, Journ. des mines (russe). 1860.

A. Karpinsky. Geolog. Karte d. Ostabhangs d. Ural. 1884. Journ d. mines 1880 I. Sédiments tertiaires du Versant Oriental de l'Oural. Bull. de la Soc. Ouralienne d'amat. d'hist. nat. 1883, VII, livr. 3.

— Aperçu des richesses minérales de la Russie d'Europe. Paris 1878. Edition russe 1881.

Hofmann. Materialen zur Anfert. d. geol. Karte d. K. Bergwerk-district. d. Ural-Gebirge. St. Petersburg. 1870.

Tschernyschew. Die Fauna d. Unteren Devon am Ostabhang d. Ural. Mémoires du Com. Géol., IV, № 3, 1893.

Fedorow. Recherches géologiques dans la partie septentrionale de l'Oural en 1884—1886. Journ. d. mines (russe) II; 1884, 1890, I et II. Id. en 1887—1889. Journ. des mines 1896, II, IV.

Les nombreux embranchements plus ou moins parallèles du versant ouest de l'Oural forment d'une manière relativement peu sensible le passage de la partie centrale de la chaîne à une région faiblement ondulée de la partie cis-ouralienne de la Russie d'Europe. Au contraire, au versant est de la chaîne et à une faible distance de son axe, la région perd presque tout à coup son caractère montagneux, en sorte que la majeure partie de ce versant, bien que sa structure géologique réponde à une région montagneuse très complexe, présente, sous le rapport orographique, une région si plate que le relief en est plus uniforme que celui de la plupart des plaines de la Russie européenne.

Cette région de plaine s'abaisse peu à peu vers l'est; la pente cependant n'en est pas forte. Ainsi Ekathérinebourg se trouve à une hauteur qui ne dépasse pas 180 m. au-dessus de Tioumen, et la station Mias à 111,3 m. au-dessus de Tchéliabinsk.

Presque partout cependant la région plane ne confine pas immédiatement à la chaîne principale de l'Oural, mais à ses embranchements. Ceux-ci occupent ordinairement une bande de terrain relativement étroite, s'étendant le long de l'arête régulière assez haute, pour aller se confondre presque aussitôt avec la plaine.

Tels sont, entre autres, les monts Ilmen. Du pied oriental de ces montagnes s'étend une région presque entièrement plate, alors que l'espace qui les sépare de la chaîne centrale de l'Oural est très ramifié et parsemé d'élévations relativement peu hautes et peu régulières.

La différence orographique entre les deux versants de l'Oural est tellement due à la diversité de leur structure qu'il suffit, pour la reconnaître, de jeter un seul coup d'œil sur la carte géologique. Cependant, au versant est, l'influence de cette structure sur la configuration de la contrée se fait en général peu sentir; il s'y rencontre même souvent des espaces considérables où elle ne se remarque point.

La raison principale de cet état de choses doit être avant tout cherchée dans l'abrasion produite par la transgression de la mer tertiaire qui a laissé ici des dépôts dont les restes s'observent encore sur une distance de 35 klm. de l'arête principale de l'Oural.

Un des principaux éléments orographiques du versant est de l'Oural, dans la contrée qui sera traversée dans notre excursion, sont les monts Ilmen, connus par leur richesse minérale.

Depuis le voyage de Humboldt, l'opinion s'est formée qu'au grand nœud de montagnes, ayant le Yourma pour centre, la chaîne de l'Ou-

ral se divisait en trois branches, dont l'occidentale serait l'Ourenga, celle du milieu l'arête principale de l'Oural, et l'orientale les monts Ilmen. En réalité cependant les monts Ilmen ne sont pas étroitement liés au Yourma et les hauteurs reconnues comme extrémité nord de ces montagnes sont éloignées du Yourma de plus de 20 kilomètres, séparées qu'elles en sont par des chaînes intermédiaires.

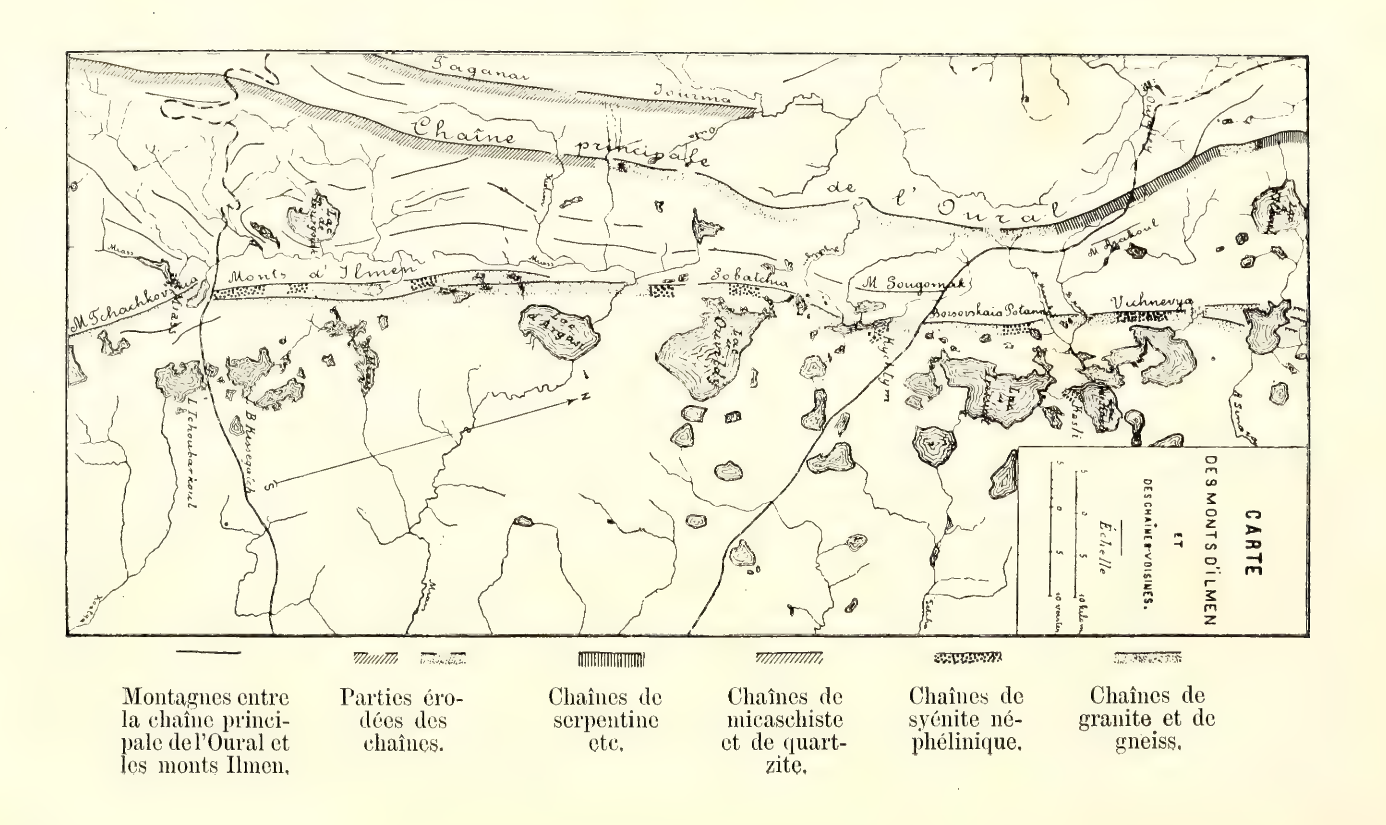
A leur extrémité nord, c'est-à-dire au point traversé par la Miass, les monts Ilmen perdent leur nom, mais continuent de l'autre côté de la rivière et s'étendent sous le nom de montagnes Tchébourinsky et Baïksky en bandes parallèles vers les montagnes Agardiach (au bord est du lac Maly-Agardiach) et plus loin, vers les montagnes Sobatchia. Les petites arêtes qui sont le prolongement septentrional des montagnes Sobatchia, s'abaissent fortement par endroits et disparaissent presque totalement, comme par exemple sur la parallèle de l'usine Kichtym où elles semblent particulièrement basses en comparaison des montagnes voisines Sougoumak; ensuite elles s'élèvent de nouveau pour former les monts Borzovsky et atteindre une altitude considérable dans les monts Potanina et Wichniowy dont la hauteur dépasse celle de l'Oural de partage, peu éloigné de là.

Par endroits, la chaîne en question présente une arête se distinguant des autres d'une manière très tranchée; parfois elle se divise en deux branches parallèles; ailleurs elle prend le caractère d'un plateau hérissé de montagnes isolées, comme cela se rencontre assez souvent dans les monts Ilmen et en général dans les hauteurs formées d'alternances de granite et de gneiss.

De cette manière les monts Ilmen proprement dits et les hauteurs ci-mentionnées ne forment en réalité qu'une seule arête. Quoique cette arête soit interrompue par des rivières et qu'elle s'abaisse fortement çà et là, elle a partout une seule et même direction générale et sous le rapport géologique, comme nous le verrons plus tard, elle est bien plus uniforme que l'arête principale de l'Oural.

La carte ci-jointe (p. 4) indique le rapport mutuel des trois branches susdites de l'Oural.

La répartition des eaux est soumise à la différence des versants ouest et est de l'Oural. La plupart des rivières du flanc occidental traversent, dans leur cours supérieur, des vallées longitudinales, approximativement parallèles à l'axe de la chaîne. Au versant est, au contraire, toutes les rivières, à l'exception de quelques-unes, par exemple la Miass, se dirigent à partir de leurs sources dans le sens de la parallèle; certaines d'entre elles ne s'écartent de cette ligne qu'à une distance assez considérable de l'arête. Une différence plus grande encore se fait remarquer dans les eaux non courantes. Les lacs, si peu nombreux sur le versant européen de l'Oural, se rencontrent par milliers sur le versant oriental, et en si grande quantité qu'il est rare de rencontrer autant sur pareil espace. Les lacs, il va sans dire, sont inégalement disséminés et la région qu'ils occupent, s'étendant au loin,



Montagnes entre la chaîne principale de l'Oural et les monts Ilmen.

Parties érodées des chaînes.

Chaînes de serpentine etc.

Chaînes de micaschiste et de quartzite.

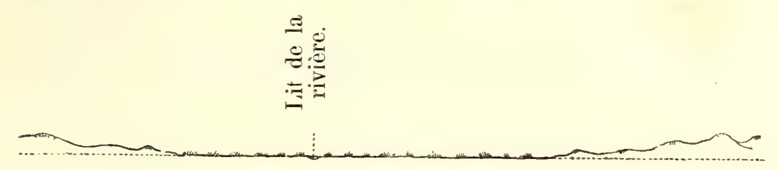
Chaînes de syénite néphélinique.

Chaînes de granite et de gneiss.

à l'est, dans la direction de l'Asie, s'approche presque, par endroits (arrondissement de Kichtym), de la ligne même du partage des eaux.

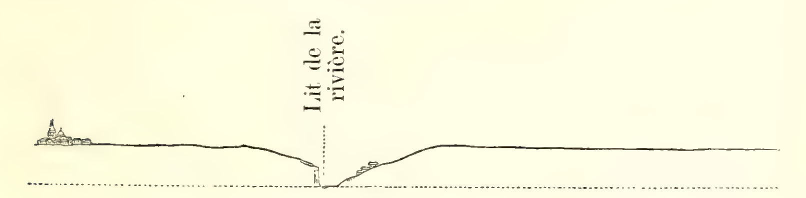
L'uniformité relative du relief du versant oriental est quelquefois rompue par les vallées des cours d'eau. Malgré certaines différences particulières, on peut cependant remarquer des traits communs dans le caractère de ces vallées.

Dans leur cours supérieur, ces rivières, tant dans les avant-monts de l'Oural que dans la région plane, passent par des terrains bas, souvent marécageux, et leurs rives ne montrent guère d'affleurements.



Coupe transversale au cours supérieur des rivières du versant oriental de l'Oural. Vallées marécageuses. Les roches affleurent principalement au sommet des élévations entre les rivières.

En revanche, dans leur cours moyen, renfermé dans la région plane, les roches originaires apparaissent souvent. D'abord elles ne se montrent, dans les rives, qu'en certains points isolés, deviennent ensuite plus fréquentes et vont enfin se confondre en un affleurement continu. Le lit de telle rivière s'encaisse ici dans une étroite vallée aux berges rocheuses qui prend souvent l'aspect d'une véritable gorge, profonde de 40 m. et même davantage. Cette partie du cours, montrant à l'évidence la structure géologique compliquée de la contrée, si peu conforme à son relief, présente un grand contraste avec les espaces qui séparent les rivières. La contrée qui paraît ordinairement plate, ne s'incline qu'à proximité des rivières où elle s'abaisse brusquement par des escarpements rocheux.

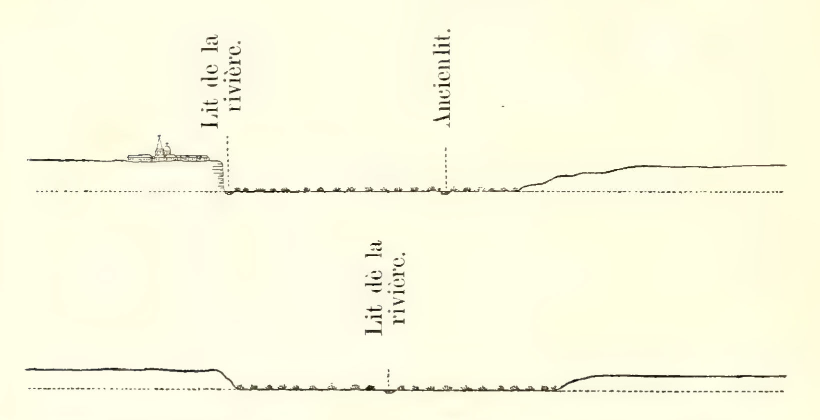


Coupe au cours moyen. Vallées étroites avec affleurements rocheux.

Ainsi donc, l'étroite bande longeant les cours d'eau y présente un paysage essentiellement différent de la contrée environnante.

Dans le cours inférieur, la partie plate de la vallée marécageuse, d'une largeur plus ou moins considérable, se termine par des terrasses aux contours ordinairement arrondis, coupées parfois par des

ravins. La rivière, serpentant dans la vallée et s'approchant tantôt de la terrasse droite, tantôt de la gauche, y creuse des escarpements plus ou moins élevés, souvent verticaux, qui laissent voir les couches horizontales des roches tertiaires et des alluvions. Çà et là on aperçoit dans la vallée les restes d'anciens lits, dits „staritsa".



Coupes au cours inférieur. Vallées larges. Terrasses formées de couches horizontales de dépôts tertiaires et quaternaires.

Dans les rivières plus importantes du versant est de l'Oural — la Toura, la Taguil, la Nitza, l'Irbit, la Pychma, l'Isset, la Sinara, la Tetch, la Miass, l'Ouwelka, l'Oui, la Togouzak — c'est le cours inférieur qui a le plus d'étendue. Sa limite occidentale coïncide presque avec la limite occidentale de la contrée occupée par les dépôts tertiaires (voir la carte géologique du versant oriental de l'Oural). Le cours moyen de ces rivières est ordinairement le moins long.

Les vallées des affluents ressemblent, comme on peut s'y attendre, à celles des parties des rivières situées en amont du point où elles confluent.

A tout ce que nous avons dit, on peut encore ajouter que les rivières du versant est de l'Oural sont beaucoup moints abondantes en eau que celles de la pente occidentale. Ce phénomène s'explique tout naturellement par les conditions climatériques (météorologiques) des deux versants. Il suffit de jeter un regard sur la carte (pl. A du guide III) pour s'apercevoir de la pauvreté du réseau fluvial de la pente orientale [1]).

---

[1]) Un intérêt particulier s'offre dans la Kiolim, affluent de la Miass, l'une des rivières peu nombreuses qui coupent la chaîne centrale de l'Oural. Sur plus de la moitié de son cours, c'est-à-dire sur 20 kilom. environ, la Kiolim se trouve au versant occidental de l'Oural, coulant, comme la plupart des rivières de cette pente, parallèlement à l'axe de la chaîne.

Une des particularités orographiqués les plus frappentes du versant est de l'Oural, se sont les lacs [1]).

La vaste région des lacs de l'Asie occidentale pénètre (dans la partie nord du gouvernement d'Orenbourg et la partie sud du gouv. de Perm) dans la partie montagneuse de l'Oural, s'étendant par endroits jusqu'aux pied des hauteurs du partage des eaux de l'Europe et de l'Asie (lac Itkoul etc.).

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne des ramifications de l'Oural, le caractère des lacs change de plus en plus, ce qui permet de distinguer plusieurs types de lacs, liés d'ailleurs entre eux par des formes intermédiaires

Entre les ramifications de l'Oural et tout près de la limite des parties montagneuses et planes du versant oriental de l'arête, sont disséminés des lacs qui se distinguent par les caractères suivants:

Ces lacs se trouvent épars dans une région constituée essentiellement par des roches cristallines formant sur les bords des îles et des saillies rocheuses en plus ou moins grand nombre. Leur contour, leur direction prédominante, leur disposition, dépendent habituellement de

---

[1]) On pourra trouver les principales données sur les lacs du versant est de l'Oural dans les ouvrages suivants:

Rytchkow. Topographie d'Orenbourg. St. Pétersb. 1762; 2-me édit. Orenbourg. 1880.

Lépékhin. Journal de voyage à travers différentes provinces de de l'Empire Russe. 1872.

Rytchkow. Journal de voyage dans la steppe Kirgiz-Kaïzak. St. Pétersb. 1772.

Pallas. Reise durch verschiedene Provinzen Russlands. 1783.

Falck. Beiträge zur topographischen Kenntniss des Russischen Reichs. St. Petersb. 1875.

Hermann. Versuch einer mineral. Beschreib. d. Uralischen Geb. 1789.

Popow. Description foncière du gouvernement de Perm. Perm. 1804.

Debou. Descrip. orogr. et stat. du gouv. d'Orenbourg. Moscou. 1837.

J. Kom... Les lacs saumâtres de Tchéliabinsk. Journ. d. mines. 1859. III, 446.

Mosel. Matériaux pour la géographie et la statistique du gouv. de Perm. St. Ptb. 1864.

Buch. Description des lacs salés, situés au-delà de la ligne des douanes de l'arrondissement d'Orenbourg. Nouv. du gouv. d'Oufa. 1866. №№ 22 et 23.

Séménow. Dictionnaire géographo-statistique de l'Empire de Russie.

Tchéremchansky. Notices sur les lacs salés du district de Tchéliabinsk. Nouv. du gouv. d'Oufa. 1866, № 42.

Alenitsyn. Esquisse des lacs de Troïtsko-Tchéliabinsk. St. Pétersb. 1873.

Sabanéew. Les lacs transouraliens. Nature. 1873. T. II. 220, 1874. T. I. 22.

Tchoupin. Dictionnaire géographique et statistique du gouv. de Perm. 1873—1880.

Dresdow. Notices sur les eaux minérales de l'Oural. Mém. d. la Soc. Ouralienne des amat. naturalistes. 1881, VII, livr. 1, p. 1.

Mentionnons encore l'excellent matériel cartographique concernant les lacs transouraliens—la carte manuscrite du territoire d'Orenbourg, à l'échelle de $^{1}/_{42000}$.

la direction des roches cristallines schisteuses qui constituent la contrée. Sur cette même direction aussi se trouvent des enfilades de lacs, ordinairement renfermés dans une bande, formée par les mêmes roches (voir sur la carte p. 4 les lacs: Silatch, Soungoul, Kéréty, Kasli, Irtiach et Bolchaïa-Nanoga, Miassowo, Terenkoul, Petit- et Grand-Kissiagath, Yélowoïé, Tchébarkoul).

Tous ces lacs atteignent souvent une profondeur considérable, même quelquefois à proximité de leurs bords. La plupart (presque tous) ont un écoulement. L'eau en est toujours douce.

Un tout autre caractère ont les lacs de steppe qui sont plus éloignés de la partie centrale de l'Oural; ils offrent un type contrastant complètement avec celui des lacs des montagnes. Le nombre en est très grand et l'espace sur lequel ils sont dispersés est très considérable et s'étend au loin à l'est.

Ces lacs-ci se trouvent dans une région occupée par les dépôts tertiaires stratifés horizontalement. Les contours en sont simples et leur profondeur, malgré leurs dimensions considérables, est ordinairement très petite. Près des bords on remarque parfois des terrasses aux contours amollis, témoignage que les lacs occupaient autrefois une étendue beaucoup plus grande. Ni dans la direction de leur plus grande étendue, ni dans leur groupement on n'observe aucune régularité.

Presque tous les lacs de steppe sont sans écoulement. Beaucoup d'entre eux sont à eau douce; dans d'autres l'eau est saumâtre ou salée; il y en a même où le sel se dépose. Dans quelques-uns des lacs c'est *NaCl* qui domine, dans d'autres il est associé à des quantités plus ou moins fortes de sel de Glauber et de sels magnésiaux [1]).

Presque tous ces lacs portent des traces évidentes d'une diminution ou d'un dessèchement qui se sont produits peu à peu.

La limite orientale du terrain cristallin occupée par ces lacs du type I est séparée de la limite occidentale de la région des dépôts tertiaires avec ces lacs de steppe, par une bande de terrain composée de

[1]) Comme exemple de lacs de grande salure on peut citer les lacs Sorotchié (Tcherdakly) et Bézimiannoïé, qui ne sont éloignés l'un de l'autre que de 16 mètres; tous deux se trouvent dans le district de Tchéliabinsk, à une distance d'environ 150 verstes (vers l'ESE) de la ville du même nom. Ils ont déjà été décrits par Pallas (Reise, I. 1, 359). D'après l'analyse de A. Dresdow (Bull. de la Soc. Oural. des amateurs naturalistes. VII, 1, 5), le premier de ces lacs contient dans 1 litre d'eau 125,271 gr. de $NaCl$, 34,294 gr. de $MgSO_4$ et 6,386 gr. de $MgCl_2$ (Totalité des sels = 167,397 gr.). L'eau du lac Bezimiannoïé contient 79,976 gr. de $NaCl$, 24,136 gr. de $MgSO_4$ et 9,976 gr. de $MgCl_2$ (totalité des sels = 114,876 gr.). La différence dans la nature de l'eau de ces deux lacs presque contigus est, on le voit, considérable.

Parmi les autres lacs de Tchéliabinsk l'Ouskowo (à 20 verstes vers le SW du village Kourtamych) mérite surtout l'attention. L'eau de ce lac contient par litre, avec une totalité de sels de 4,743 gr., 4,1069 gr. de Na_2CO_3 et seulement 0,3073 gr. de $NaCl$. Les paysans de l'endroit se servent de cette eau pour le blanchissage du linge sans savon.

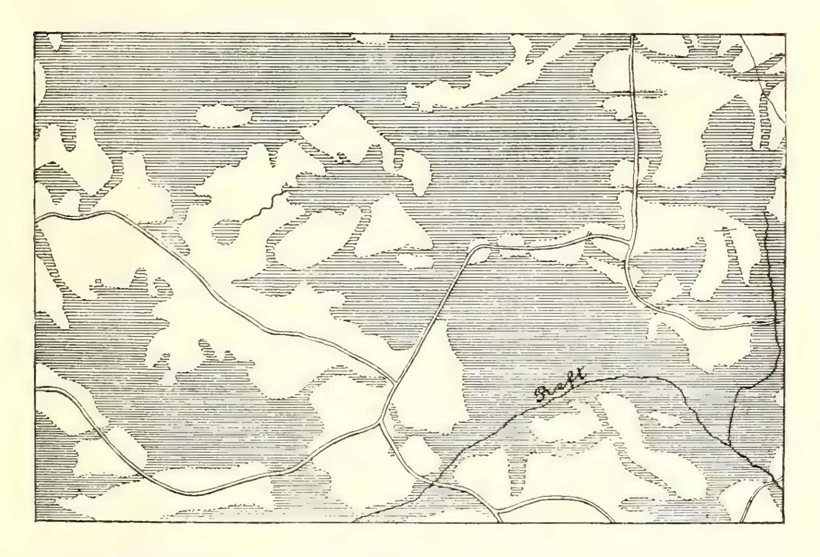
Il est cependant à remarquer que la salure de l'eau des lacs transouraliens est soumise à des variations dépendant du temps et des saisons.

roches tant sédimentaires que massives et clastiques (tufs). Les lacs disséminés sur cette bande se distinguent par certains caractères de ceux des régions cristalline et tertiaire, formant ainsi un type intermédiaire. Comme les lacs de steppe, ils ont des contours relativement simples, des bords peu sinueux et plats. Les rochers isolés qui s'y élèvent çà et là, rappellent les lacs de la partie centrale de l'Oural. Comme dans ces derniers, la direction longitudinale des lacs de la bande intermédiaire coïncide avec celle des roches (Chablich, Kroutogouz etc.) conditionnant, ici aussi, les files de lacs que l'on y observe parfois (Soungoul, Tcherwianoïé, Chablich, Grand et Petit Kouyach[1]. L'eau y est douce et, très rarement, faiblement saumâtre. Quelques-uns de ces lacs ont un écoulement, les autres n'en ont pas.

En parlant de l'hydrographie du versant oriental du l'Oural, il est impossible de passer sous silence les marais.

Les marais, nous l'avons dit plus haut, sont surtout développés dans les vallées, aux cours supérieur et inférieur des rivières et près des bords des lacs. Il y en a qui sont d'anciens lacs, couverts aujourd'hui d'herbage. Parfois les petits lacs se couvrent comme d'un manteau formé de plantes marécageuses entrelacées, sous lequel ils continuent leur existence; cela se présente surtout sur les bords; des parties s'en détachent et sont emportées par le vent sous forme d'îles flottantes.

Indépendamment des marais qui sont en liaison évidente avec des lacs, de grands espaces marécageux se trouvent sur les bandes situées entre les rivières. Assez souvent les marais sont disposés sur le versant d'arêtes, quelquefois assez raides.



Exemple d'un espace marécageux entre les rivières (non loin des sources de la Petite-Reft).

Pour compléter la caractéristique du versant asiatique de l'Oural, il est encore nécessaire d'en mentionner les terrains salins. Les minces couches et enduits de sel qui se forment par un temps sec à la surface du sol, et qui revêtent parfois même les plantes caractéristiques des terres salines d'une frange de sel, ont leur plus grand développement dans la région des lacs salins; mais des enduits peu importants se rencontrent aussi à l'ouest et même à une hauteur assez considérable.

Les variations dans la répartition et le nombre des lacs salins ne dépendent pas seulement de l'eau s'infiltrant dans le sol, mais aussi du vent qui répand le pulvérin salé. Les particules de sel emportées par le vent dans les lacs, s'y agglomèrent pour ainsi dire en un seul point et par un temps plus ou moins long. C'est la seule partie de sel (arrivant dans les rivières par une de ces voies) qui est emportée définitivement au-delà des limites du territoire salin.

Il a été dit plus haut qu'en jetant un regard sur la carte géologique on peut se rendre compte aussitôt de la différence de la constitution des versants occidental et oriental de l'Oural. Entre les dépôts sédimentaires du versant ouest les roches massives occupent des espaces relativement limités, affleurant surtout à une faible distance de l'axe de l'arête. Au versant oriental, au contraire, se développent principalement diverses variétés de roches cristallines massives ou schisteuses, entre lesquelles les roches sédimentaires normales ne paraissent que sur des espaces isolés de petite étendue. Et encore les roches massives y sont-elles souvent accompagnées de tufs, presque entièrement inconnus sur le flanc ouest de l'Oural. Les lambeaux des dépôts normaux n'apparaissent ordinairement qu'en bandes ayant presque la direction du méridien et qui, tout en n'ayant qu'une largeur fort petite, s'étendent sur des dizaines de kilomètres; telle est par exemple la bande des dépôts carbonifères qui passe près de l'usine Kamensky et court loin vers le nord.

Parmi les formations sédimentaires normales du versant asiatique de l'Oural, celles que l'on y rencontre le plus fréquemment sont, en commençant par les plus anciennes:

Dépôts du dévonien inférieur (hercynien), représentés surtout par des calcaires et contenant une faune dont M. Tschernyschew a donné la description détaillée dans une monographie spéciale (Travaux du Com. Géol. III, № 3, 1887). Nous ne citerons que les fossiles suivants: *Entomis pelagica* Barr., *Aristozoe herzinica* Barr., *Spirifer indiferens* Barr., *Atrypa reticularis* L., *A. granulifera* Barr., *Rhynchonella princeps* Barr., *Rh. nympha* Barr., *Pentamerus galeatus* Dalm., *P. procerulus var. gradualis* Barr., *P. striatus* Eichw., *P. vogulicus* Vern., *P. pseudoknighti* Tschern., *Strophomena Stephani* Barr. etc.

Les dépôts hercyniens ont leur plus grand développement dans l'Oural moyen et septentrional (villages Barabanowa etc. au sud de l'usine Kamensky, Trifonowa sur la Bobrovka, affluent de l'Irbit; ri-

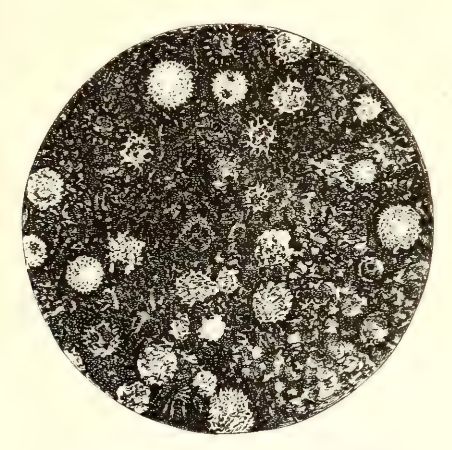
vière Siniatchikha dans l'arrondissement d'Alapaïew; Nijny-Taguil; arrond. de Kouchwa, par ex. sur la rivière Izwestka; usines Bogoslovsky et Pétropavlovsky etc.).

Les tufs accompagnant les porphyrites contiennent aussi des restes organiques (*Pentamerus sp.*, *crinoides* etc.).

Les tufs sont très développés dans l'Oural du sud, où ils sont souvent interstratifiés de couches de jaspe contenant des radiolaires en telle abondance que le jaspe peut être considéré comme vase à radiolaires transformée.

Les radiolaires du jaspe ouralien ont été d'abord découverts par Th. Tschernyschew, et la description en a été faite par Rüst dans son ouvrage „Beitr. z. Kenntn. d. foss. Rodiolarien" (Palaeontographica, XXXVIII, 1892, p. 107). Un fait digne de remarque c'est la présence dans les jaspes de minerai de manganèse. La suite des tufs et jaspes offre donc à peu près la même composition que les sédiments pélagiques et terrigènes de la mer profonde.

Malheureusement il est encore difficile de déterminer à quelle subdivision du système dévonien appartiennent les sédiments à radiolaires.



Jaspe rouge. D'après Tschernyschew.

Au dévonien moyen du versant est de l'Oural semblent se rapporter les calcaires à coraux et stromatopores (domaines Kamensky, Irbitsky) peut-être aussi le calcaire du village Kadinskaïa sur l'Isset (*Gruenwaldtia latilinguis* Schnur., *Rhynchonella procuboides* Kays., *Orthis striatula* Schloth., *Pentamerus galeatus* Dalm. etc.), et les dépôts à trilobites près du village Pokrovskoïé dans le district d'Irbit (*Phacops fecundus* Barr., *Anarcestes lateseplatus* Beyr., *Pleurotomaria subcarinata* A. Roem., *Tentaculites acuarius* Richt. etc.)

Parmi les dépôts qui sont à classer dans le dévonien supérieur, se font surtout remarquer les calcaires du lac Koltouban (*Monticoceras*

intumescens Beyr., *Spirifer disjunctus* Sow., *Sp. Archiaci* Murch., *Rhinchonella coboides* Sow. etc.), de Werkhnéouralsk (*Phacops cf. Schlotheimi* Bronn., *Goniatites* (*Prolobites*) *cf. delphinus* Sandb., *Clymenia n. sp.*, *Cl. striata* Münst. etc. [1]), du village Sosnovka sur la Bobrovka (district d'Irbit), ainsi que les grès et les schistes argileux à *Entomis serratostriata* Sandb. *Cardiola retrostriata* Buch., etc.

Le système carbonifère du versant est de l'Oural se compose des dépôts suivants, en commençant par ordre d'ancienneté:

1) Argiles schisteuses, schistes argileux, grès et conglomérats avec intercalations de houille et concrétions de sphérosidérite. Les restes organiques sont presque exclusivement des plantes: *Lepidodendron Glincanum* Eichw., *Stigmaria ficoides* Brgn., etc. [2]). Parfois les roches sont fortement métamorphosées et les schistes carbonifères sont transformés en graphiteux avec vestiges de plantes (*Stigmaria ficoides* Brgnt etc.)

2) Calcaire à *Productus giganteus* Nart., *Pr. striatus* Fisch., coraux etc.).

3) Calcaire des horizons supérieurs, se rencontre rarement et sans liaison visible avec le calcaire à *Productus giganteus*.

Dans cet horizon peuvent être classés les calcaires de Chartymka, à faune décrite en partie par Verneuil: *Gastrioceras Marianum* M. V. K., *Pronorites cyclolobus* Phill., *v. uralensis* etc. On a trouvé plus de 100 espèces de fossiles dont beaucoup ne sont pas encore décrites.

4) Ordinairement les calcaires à *Productus giganteus* sont remplacés vers le haut par un calcaire schisteux ou par un conglomérat grossier dans lequel les fragments de calcaire de différente grandeur (souvent à *Productus giganteus*) sont liés par un ciment également calcaire. Les conglomérats se remplacent par des grès recouverts de marnes ou de calcaire argileux finement stratifié avec couches subordonnées de calcaire, parfois corallifère (*Chaetetes radians* Fisch., *Syringopora parallela* Fisch.) à *Spirifer mosquensis* Fisch.

En dessus vient une argile avec gypse.

Sur le versant oriental de l'Oural on rencontre aussi des îlots isolés de dépôts mésozoïques: argiles et grès contenant de la lignite. Habituellement ces dépôts renferment des restes mal conservés de plantes (*Asplenium Whitbiense var. tenuis* Hr., *Phyllotheca striata* Schmalh., *Podozamites lanceolatus* Lindl. etc.) et des restes de *Estheria minuta Alb. var. Karpinskyana* Jones. Dans l'Oural du sud, ces dépôts ont été trouvés près de Kitchiguina au nord de Troïtsk,

[1]) Le calcaire à *Clymenia* a aussi été trouvé dans les montagnes Gouberlinsky par M. Loewinson-Lessing. Bull. de la Soc. Belge de géologie etc., Bruxelles, 1892, VI, p. 16.

[2]) Schmalhausen, Mém. Acad. St. Pétersb. 1883, XXXI, № 13.

près de Iliyna au NE de Tchéliabinsk, et, dans l'Oural moyen, près de Koltchédansk à l'est d'Ekathérinebourg et de l'usine Kamensky. Des dépôts semblables ont également été découverts dans l'Oural du nord et près de l'extrémité sud de la chaîne, dans le district d'Orsk.

Enfin, sur le versant est de l'Oural du nord on trouve encore des dépôts du jurassique supérieur à Ammonites, découvertes en 1834, des dépôts du crétacé inférieur et du crétacé supérieur à *Baculites* Des couches du crétacé supérieur à *Belemnitella mucronata, Gryphea vesicularis* etc. se rencontrent aussi à l'extrémité sud de l'Oural, dans la partie centrale de la chaîne. (Dans la steppe au-delà de l'Oural le crétacé supérieur a été récemment découvert sur l'Aïat, affluent gauche de la rivière Tobol.)

Les sédiments tertiaires du versant oriental des monts Oural sont fort remarquables. Commençant à 50—150 kilomètres de l'axe de la chaîne [1]), ils s'étendent en couches horizontales qui vont au loin, en s'épaississant, dans l'intérieur de la Sibérie. Les roches dominantes de ces sédiments, dans leur zone la plus voisine de l'Oural, sont des grès présentant parfois des propriétés très originales, et surtout une roche composée d'un mélange intime d'une substance argileuse amorphe avec de la silice également amorphe. Cette argile siliceuse occupe un espace extrêmement grand. Ainsi elle règne près de l'Irbit, de Kamychlow, de Troïtsk etc. Elle se montre sous la forme de roche compacte d'un gris clair ou foncé, quelquefois un peu jaunâtre, dont les variétés typiques ont la propriété de se désagréger en petits morceaux à arêtes vives et à surfaces bizarrement sinueuses.

Les fossiles sont extrêmement rares dans ces dépôts. A côté de dents de squales, de spicules d'éponges et de radiolaires, on y a trouvé des coquilles de *Lingula n sp*, des empreintes de coquilles de *Lima sp. Nucula sp*, l'éponge *Botroclonium Spasski* Hinde etc. Différentes considérations ont amené les géologues russes à rattacher ces dépôts à l'éocène.

A l'E de la zone de l'argile siliceuse, ce sont des grès assez faiblement cimentés qui sont le plus répandus, accompagnés de sables et d'argiles.

On a trouvé dans ces dépôts nombre de restes bien conservés de poissons: *Lamna elegans* Ag., *Lamna cuspidata* Ag., *Lamna denticulata* Ag., *Otodus macrotus* Ag., *Notidanus serratissimus* Ag. etc.: *Galeocerdo minor* Ag., *Aetobatis sp*; l'ichyodorulite *Myliobates* etc. De plus, on y a rencontré des restes de mollusques; l'espèce la plus répandue, *Cyprina*, ressemble beaucoup à *Cyprina perovalis* v. Koen. On y voit en outre: *Modiola n. sp., Psammobia (?) n. sp. Fusus (Neptunea) cf. gracilis* da Costa, *Fusus multisulcatus Nyst* et *Natica sp.*

---

[1]) Comme nous l'avons déjà fait observer plus haut, les îlots isolés de roches tertiaires, échappés à l'érosion, émergent parfois beaucoup plus près de la principale ligne de partage de l'Oural.

Ces dépôts se classent dans l'oligocène.

Au nombre des dépôts les plus remarquables du système posttertiaire, au versant est de l'Oural, se rapportent, outre les dépôts glaciaires développés au nord de la 61-me parallèle, des sables aurifères et platinifères, ces derniers appartenant exclusivement à l'Oural. Intimement liés aux serpentines et à leurs roches primitives, à la désagrégation desquelles les placers platinifères doivent leur formation, ceux-ci n'offrent pas un développement aussi étendu que les placers aurifères.

Les dépôts aurifères de l'Oural forment des masses stratifiées dont l'épaisseur, parfois très minime, peut aller jusqu'à 4 mètres de puissance et même davantage. L'épaisseur la plus ordinaire varie entre 0,5 m. et 1 m. Leur longueur, ordinairement de 20 à 40 m. y atteint parfois 200 et même 500 m. Il est rare qu'ils soient plus longs; on en connaît cependant qui ont $4^1/_2$ klm., 6 klm., 12 klm. (placer Pechtchanka au district Bogoslovsk). La largeur des placers est parfois très petite, de 2 à 4 m.; habituellement elle compte de 20 à 40 m. et s'élève jusqu'à 100 m. et davantage. Quelquefois on a trouvé les couches aurifères immédiatement sous la terre végétale ou sous le gazon, mais presque toujours elles sont recouvertes d'une roche stérile, c'est-à-dire d'une couche alluviale dépourvue d'or, appelée „tourbe", par la raison que les premiers placers trouvés dans l'Oural étaient souvent recouverts d'une véritable tourbe. L'épaisseur de cette couche stérile varie ordinairement de 0,5 m. à 4 m. et en certains cas atteint jusqu'à 20 m. et même davantage. Les placers gisent ordinairement sur une roche dure ou quelque peu désagrégée, dite „plotik", et, rarement, sur une couche alluviale ne contenant point d'or, superposée dans la plupart des cas à une seconde couche aurifère qui repose immédiatement sur le „plotik".

Les placers aurifères se trouvent à l'ordinaire dans les vallées des rivières et des ruisseaux ou dans des vallons et des thalwegs secs. La direction des dépressions est la même que celles des placers.

On sait que les placers se forment par la destruction des gîtes primitifs et des roches encaissantes. Selon que les produits de destruction sont restés sur place ou qu'ils ont été emportés, leur forme est anguleuse ou arrondie. Les fragments proviennent de roches qui forment ou le „plotik" ou les pentes et les sommets des hauteurs bordant les vallées aurifères; parfois aussi les fragments sont descendus de la partie supérieure de la vallée même.

L'or se présente le plus souvent en parcelles. Il arrive aussi que l'on trouve de l'or natif en gros morceaux, dont le plus considérable, du poids d'environ 36 kilogr., a été extrait au placer Tzaréwo-Alexandrovsky dans le district de Miass. La distribution de l'or est rarement égale; ordinairement il y a dans les sables des placers où il est accumulé en quantité relativement plus grande. Dans beaucoup de placers on observe comme un courant, formant une bande étroite, dans lequel l'or est particulièrement abondant, et qui semble correspondre au plus fort

courant du cours d'eau qui a participé à la formation du placer. La teneur en or dans les placers exploités varie dans l'Oural entre 0,57 gr. et 2,6 gr. par tonne. Une teneur plus forte se rencontre rarement et cela arrive surtout dans les petits placers ou dans de petites parties de placers plus considérables (quelquefois environ 16 kilogr. par tonne).

L'or est presque toujours accompagné de magnétite qui, au lavage, s'obtient sous forme de sable, appelé „Schlich", et plus rarement sous forme d'oligiste, d'ilménite et de chromite. Le plus souvent on rencontre aussi du quartz, très souvent du platine et du grenat et quelquefois du zircon, du disthène, des diamants etc.

La richesse des placers ne semble pas toujours dépendre de la nature des roches voisines. Dans l'Oural, les gîtes les plus sérieux et les placers les plus productifs semblent être propres aux régions occupées par des grünstein et des schistes cristallins talqueux, chloriteux etc.: moins productifs sont les espaces occupés par le granite, le gneiss et le micaschiste, ce qui d'ailleurs se présente rarement.

On a remarqué quelquefois que les placers, gisant sur les calcaires, sont particulièrement riches. En ce cas la surface des calcaires est creusée et présente comme des baquets naturels dans lesquels l'or s'est déposé lors du lavage des sables.

Les placers de l'Oural se rapportent aux dépôts posttertiaires. En partie ce sont des dépôts récents qui contiennent parfois des objets travaillés de main d'homme; en partie—des dépôs postpliocènes renfermant des restes de mammouths, de rhinocéros etc. Presque tous sont situés sur le versant est, très peu sur le versant occidental ou sur la ligne de partage.

Parmi les roches cristallines stratifiées du versant est de l'Oural voici les plus importantes: gneiss à biotite, à muscovite, à deux micas, amphibolique, ouralitique etc.; schistes micacés, chloriteux, talqueux, amphiboliques, siliceux etc. (p. ex. à disthène); diverses phyllites et quartzites. Parmi les schistes cristallins ou rencontre des calcaires et des dolomies (marbres), parfois avec restes organiques. La listvénite de Gustave Rose, composée principalement de magnésite ferrugineuse (breunerite) mélangée de talc et de quartz, n'est le plus souvent que le produit d'une transformation de calcaire. Parmi les roches massives sont à citer: granites (granitite, granite amphibolique etc.), diverses syénites, miaskile (syénite néphélinique à biotite) porphyres quartzeux, felsite, porphyre à orthose, diorite, gabbro, norite, diabase, différentes porphyrites, péridotites très variées, roches à diallage et d'autres connues sous la dénomination de pyroxénites; serpentine, roche originale, mélange de corindon et d'anorthite. Beaucoup de ces roches ont été soumises à un métamorphisme dynamique plus ou moins fort auquel doivent, entre autres, leur existence les schistes verts et les schistes ouralitiques.

Les rapports mutuels des diverses formations du versant oriental de l'Oural sont assez confus à cause de la dislocation de tous les dépôts (à l'exception de ceux du tertiaire, du posttertiaire, du crétacé

supérieur, rare dans cette région) et du traversement des roches sédimentaires par les massives.

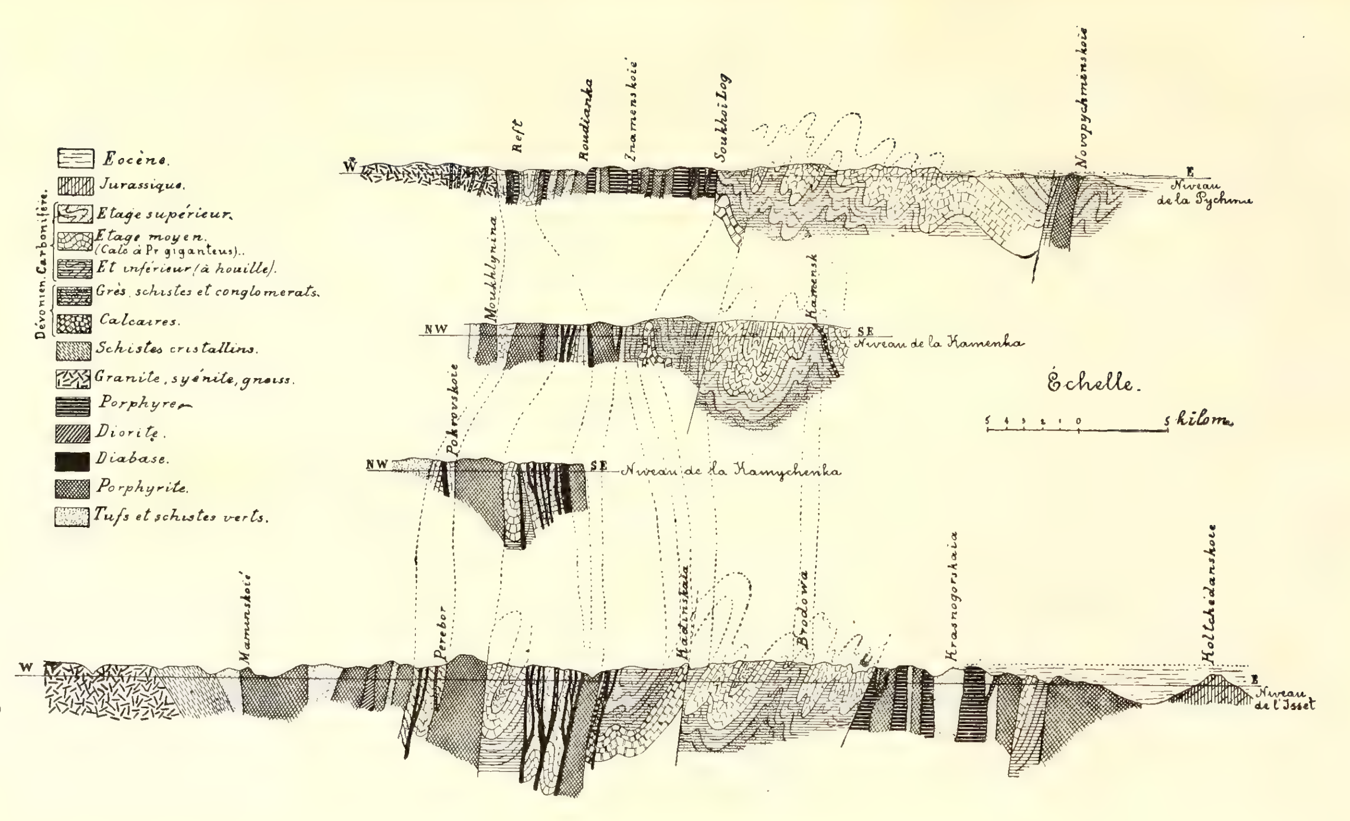
Toute cette région est constitutée par les roches citées ci-devant pui apparaissent communément en bandes ayant à peu près la direction du méridien, à l'exception toutefois de la partie orientale, où il y a développement de dépôts tertiaires. Les roches que nous venons d'énumérer alternent fréquemment entre eux, tantôt pour ainsi dire normalement, dans l'ordre de leur ancienneté, tantôt sans aucun ordre régulier. La direction des bandes correspond à celle de la stratification. Les couches ne s'inclinent ordinairement, pas dans le sens de la pente mais approximativement vers l'ouest. La disposition des roches en bandes, troublée d'ailleurs en plusieurs points, dépend du plissement, de rejets, du traversement des roches sédimentaires par des bandes de roches massives, et, partiellement, des divers degrés de changement et de métamorphisme des mêmes dépôts. La prédominance de l'inclinaison des couches vers l'ouest est due principalement au plissement isoclinal.

Il semblerait qu'avec leur éloignement de l'axe de l'arête, les dépôts anciens feraient place à des dépôts plus récents, que la stratification serait moins dérangée et que le métamorphisme devrait être de plus en plus faible. En traits généraux il en est effectivement ainsi; néanmoins, sur le versant oriental, jusqu'au méridien où les dépôts tertiaires apparaissent en nappe ininterrompue, relativement puissante, les différentes formations alternent sans aucun ordre, tant sous le rapport chronologique que sous celui du degré du changement qu'elles ont eu à subir. Comme certaines données semblent le prouver, ces dépôts conservent la même allure sur une distance considérable vers l'est, restant tout le temps cachés sous les dépôts tertiaires de plus en plus épais.

Pour donner une idée plus précise de la structure géologique des parties abrasées du versant asiatique de l'Oural, où les dépôts sédimentaires ont relativement un grand développement, nous donnerons, page 17, quelques coupes prises dans la direction des rivières Pychma, Kamenka, Kamychenka et Isset, la distance entre la première et la dernière étant à peu près de 60 kilomètres.

Comme nous l'avons dit plus haut, la région transouralienne, à une distance peu éloignée de l'axe de la chaîne, a actuellement le caractère d'une plaine qui ne répond nullement à la structure géologique inférieure.

Si l'on prend en considération les rejets et le remplacement des dépôts sédimentaires par les roches massives qui les traversent, et en reconstituant les parties disparues des plis, on arrive à conclure que le relief de la région transouralienne a dû, dans les temps anciens, être très varié. Malgré que l'on ne puisse admettre que les agents de nivellement soient restés inactifs lors de la formation de la structure géologique, décrite plus haut, l'abrasion principale a dû certainement avoir lieu lors de l'envahissement, en ces lieux, de la mer tertiaire


Eocène.
Jurassique.
Etage supérieur.
Etage moyen. (Calc à Pr giganteus).
Et inférieur (à houille).
Grès, schistes et conglomerats.
Calcaires.
Dévonien. Carbonifère.
Schistes cristallins.
Granite, syénite, gneiss.
Porphyre
Diorite.
Diabase.
Porphyrite.
Tufs et schistes verts.
W
Reft
Roudianka
Znamenskoié
Soukhoi Log
Novopychminskoie
E
Niveau de la Pychma
NW
Moukhlynina
Kamensk
SE
Niveau de la Kamenka
Échelle.
5 kilom.
Pokrovskoie
Niveau de la Kamychenka
Maminskoié
Perebor
Kadinskaia
Brodowa
Krasnogorskaia
Koltchedanskoie
Niveau de l'Isset

(paléogène), et une partie considérable des dépôts a dû s'y former aux dépens des roches plus anciennes faisant alors saillie au-dessus du niveau actuel de la contrée.

La différence que l'on observe dans la structure géologique des deux versants de l'Oural se reflète sur la distribution, dans ces deux régions, des richesses minérales.

Ainsi les gisements stratifiés, tels que les gîtes de limonite, de grès cuprifères et de houille, se trouvent surtout sur le versant occidental de l'Oural, tandis que les gisements en filons et en amas se rencontrent principalement sur le versant oriental, ou se présentent même presque indépendamment des gîtes de magnétite, d'or, de fer chromé et de minerais de cuivre. Parmi les gisements stratifiés, les placers seuls sont propres à l'est de l'Oural et cela est tout naturel grâce au lien qui les rattache aux gîtes primitifs.

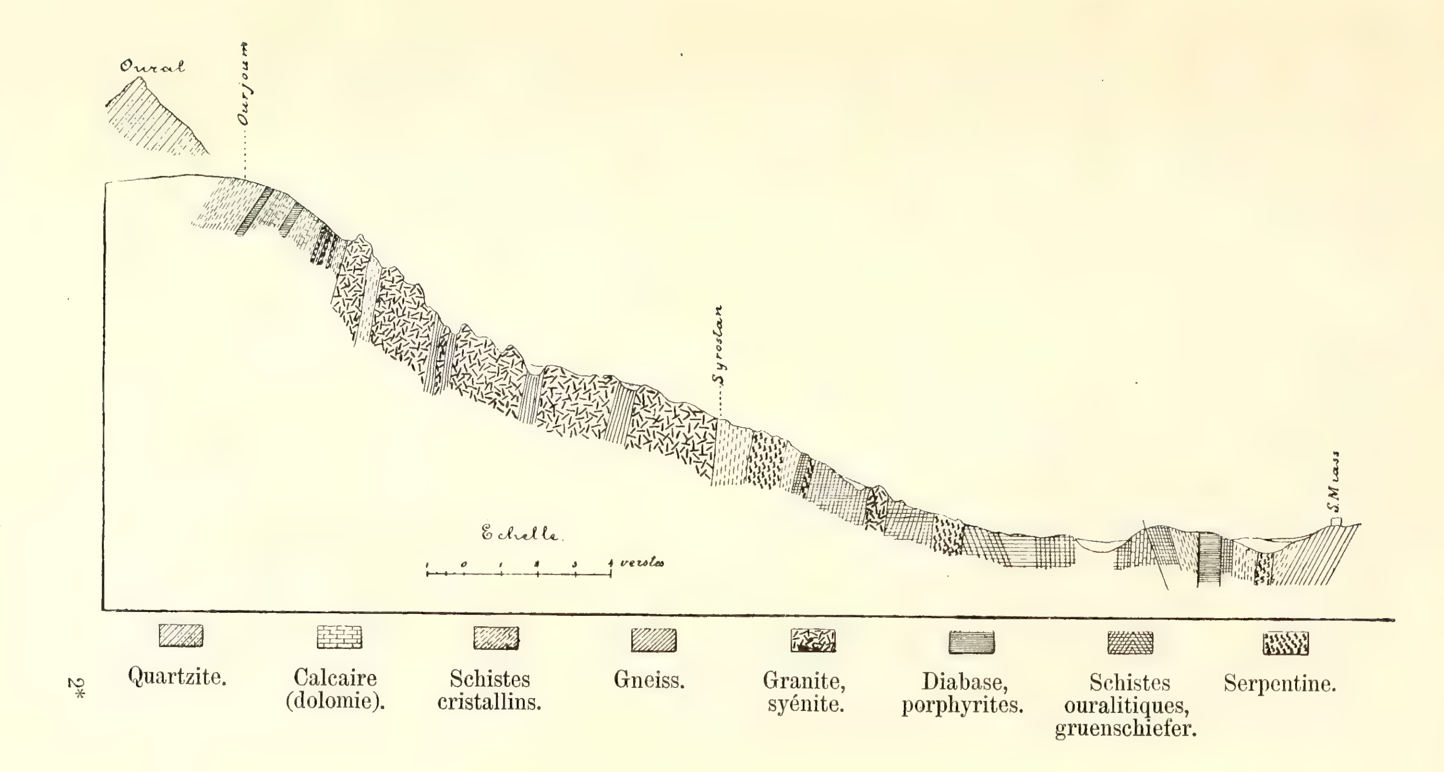
D'Ourjoum à Miass.

Bientôt après la station Ourjoum commence la descente du versant oriental de l'arête. La coupe adjointe montre la structure géologique de la contrée le long du chemin de fer, l'espace étant proportionnellement réduit là où la voie ferrée se déroule en zigzags. La coupe fait voir que les micaschistes, brusquement inclinés vers l'W (ou NW) sont recoupés par des filons de diabase métamorphosée et renferment des couches de marbre (dolomies), parfois fétide, à cristaux de disthène et vestiges de restes organiques. Près de leur limite est, les micaschistes sont traversés par des filons de granite et de porphyre (tranchée à la 775-me verste) et sont ensuite remplacés par des roches granitiques (çà et là accompagnées de gneiss), assemblage de granite à biotite (granitite), comme dans l'Oural, de granite sans mica (aplite), de granite amphibolique et de syénite, quelquefois à grain fin, parfois même aphanitique. Toutes ces roches passent souvent les unes aux autres et se présentent sous forme de schlier, de filons, de parties détachées ressemblant à des fragments. Près de la station Syrostan, le granite à grain fin felsitique (microgranite) occupe une plus grande place (tranchée à la 787-mé verste).

Un fossé creusé près de la station Syrostan a traversé des schistes (phyllites), une roche talqueuse poreuse (listvénite altérée) et une serpentine. Cette dernière roche [1]) qui affleure plus loin dans une série de hauteurs et dans les tranchées, est remplacée ensuite par des roches schisteuses parmi lesquelles prédominent les gruenschiefer: porphyrites dynamométamorphosées et roches clastiques avec transformation de l'augite en ouralite. Les autres éléments secondaires en sont

---

[1]) La serpentine consiste principalement en antigorite; par endroits elle présente le caractère de serpentines transformées d'olivine avec restes de ce minéral.


Oural
Ourjoum
Syrostan
S.Miass
Echelle
Quartzite.
Calcaire (dolomie).
Schistes cristallins.
Gneiss.
Granite, syénite.
Diabase, porphyrites.
Schistes ouralitiques, gruenschiefer.
Serpentine.

la chlorite, le quartz, la calcite, l'épidote etc. Près du pont de la Syrostan les schistes sont interrompus par du granite, puis par de la péridotite et plus loin, à la 806-me verste, ils renferment du calcaire offrant dans la tranchée un contact irrégulier.

A la 807-me verste viennent se montrer des schistes argileux et des felsites, remplacés bientôt par des schistes verts entre lesquels affleure une porphyrite augitique. Plus loin, les alluvions dans la vallée Miass recouvrent les roches sous-jacentes jusqu'à la station du même nom où apparaissent des gneiss à biotite et à amphibole avec filons de granite à gros grain.

La structure géologique de la contrée, entre les stations Ourjoum et Miass, est plus compliquée qu'elle ne le paraît le long de la voie ferrée. Sur l'ancienne route postale passant à proximité, se remarquent souvent, jusqu'au village Syrostan. des affleurements de gneiss que l'on ne trouve pas à côté du chemin de fer, et, sur une distance de 16 verstes entre le village Syrostan et Mias, espace se distinguant particulièrement par sa complexité, les roches alternent plus de 70 fois.

Presque toute la région comprise entre Syrostan et les monts Ilmen, au pied desquels est située la station Miass, est aurifère. Le centre de ce rayon aurifère est le village Miass (usine de Miass), situé non loin de la station du chemin de fer au pied des montagnes Tchachkovsky, rameau de la chaîne Ilmen. Les montagnes Tchachkovsky sont constituées par des gneiss, en partie par des granites traversés çà et là de nombreux filons de diverses variétés de granite et de filons de quartz. Sur les pentes assez raides de ces montagnes on exploitait autrefois les sables aurifères, évidemment formés par la destruction du gneiss dont le produit est resté sur place.

Les gneiss sur lesquels est construit Miass, sont traversés, dans les limites du village, par de la péridotite et, dans sa partie ouest, sont remplacés par du schiste siliceux (Kieselschiefer) et par de la phyllite.

Parmi les placers du district de Miass on visitera celui qui est dans le voisinage de la station et qui est connu sous le nom de placer Ilmensky. On ne peut le citer comme typique dans l'Oural.

La couche qui recouvre la couche aurifère a une épaisseur variant entre 2 et 4 mètres; elle se compose essentiellement de tourbe, de sable et d'argile. La couche aurifère elle-même consiste en sable argileux avec de nombreux galets, ou en gravier; il s'y rencontre des fragments de gneiss, de quartz et de schiste siliceux. La puissance de la couche aurifère est d'environ 0,7 mètre. La teneur en or n'est pas partout égale, oscillant entre 0,6 et 0,8 gr. par tonne.

La couche aurifère repose sur du gravier, du sable et de l'argile; dessous, à une profondeur de 2 mètres, les sondages ont révélé des schistes talqueux et argileux et de la serpentine. Une partie de ces dépôts-ci, superposés directement sur les roches mentionnées plus haut, contient de l'or, mais en quantité trop minime pour être extraite. Le placer, avec sa partie non encore exploitée, atteint une longueur de 1380 m. sur une largeur maximale de 320 m.

De Miass à Tchéliabinsk.

Les monts Ilmen au pied desquels est située la station Miass sont, comme nous l'avons dit, une des régions les plus remarquables aux points de vue minéralogique et pétrographique. C'est là que pour la première fois a été déterminé le type de roche qui a reçu de Gustave Rose l'appellation de miaskite, remplacé ensuite par le terme fort peu heureux de syénite néphélinique (éléolithique)[1]. La miaskite n'est pas seulement caractéristique de la partie de la chaîne qui porte ordinairement le nom de monts Ilmen, mais aussi de son prolongement vers le nord, où elle se trouve dans les montagnes Baïksky, Sobatchia, Potanina et Wichniowaïa (voir la carte, page 4). Dans ce prolongement nord des monts Ilmen on rencontre encore une autre roche originale, formée d'anortite et de corindon, roche qui doit être considérée comme un type distinct et non comme un mélange fortuit.

Le gisement primitif de cette roche remarquable qu'on n'a connue pendant longtemps que par des fragments, fut découvert en 1848 lors de la visite de Stchourovsky de l'Oural, et, dans ces derniers temps, a été soigneusement étudiée par Morozéwicz. En outre, un gisement peu important de cette roche fut découvert à 3 ou 4 klm. de l'usine Kaslinsky; des fragments en ont été trouvés aussi dans la montagne Sobatchia, à une distance d'environ 20 klm. vers le sud de Kychtym.

Outre cela, dans les gneiss, non seulement des monts Ilmen, mais aussi dans leur prolongement nord, on a trouvé des filons d'une roche composée essentiellement d'orthose et de corindon; cette roche peut être considérée comme analogue aux syénites, le corindon étant évidemment l'équivalent pétrographique de la biotite.

Ces traits curieux des monts Ilmen, dans leur sens le plus large, font que ces montagnes, sur une étendue d'environ 150 klm., sont plus uniformes et mieux caractérisées que l'arête principale de l'Oural, qui, sur une même distance, offre tantôt des quartzites et des micaschistes, tantôt du granite et du gneiss, tantôt enfin des serpentines qui en sont dans ce cas les roches prédominantes.

Dans les monts Ilmen, près du lac du même nom, c'est le minéralogue Menge qui a découvert le premier la miaskite. La dénomination de „granite d'Ilmen" qu'il avait donnée à cette roche, fut dans la suite remplacée par Gustave Rose par celle de „miascite" (mieux „miaskite" ou „miassite"), actuellement fort peu usitée.

C'est ce savant qui a donné le premier la description scientifique de cette roche dont l'analyse microscopique a été faite pour la première fois par M. Kontkéwicz (Journ. d. mines, 1877, № 11).

---

[1]) La néphéline avait déjà été découverte avant cela dans la syénite zirconienne de la Norvège, mais elle y fut longtemps considérée comme élément accessoire de cette roche.

La miassite ou syénite néphélinique à biotite (Biotitnephelinsyenit) occupe dans les monts Ilmen plusieurs espaces dont le plus considérable se trouve près du lac Ilmen. Là, comme dans presque tous les autres endroits, se développent surtout des variations grenues et gneissiques de miassite, traversée par des filons de miassite à très gros grain, dont le volume des éléments sera indiqué plus bas.

Dans la composition des syénites néphéliniques des roches d'Ilmen entrent: kalifeldspaths: orthose typique, microcline ou micropertite, néphéline (éléolite), parfois plagioclase (albite), biotite, quelquefois hornblende ou augite. Sous forme d'éléments accessoires on y rencontre: la sodalite, la cancrinite, le zircon, la titanite etc.

La plupart des variations gneissiques sont produites par des changements dynamiques dont les traces se remarquent assez souvent aussi dans les variations grenues [1].

La syénite qui contient parfois de la micropertite, semble être en certaine relation avec les roches dont nous venons de parler.

Les monts Ilmen, personne ne l'ignore, sont célèbres par leurs gisements de minéraux, exploités au nombre de plus de 150. Les exploitations se concentrent aux alentours du lac Ilmen. La plupart d'entre elles sont indiquées sur notre carte. Elles ont été si parfaitement décrites, au point de vue minéralogique, par le professeur Arzruni, qu'il ne nous reste qu'à en donner ici la description géologique [2].

---

[1]) Je cite ici les analyses non encore publiées, faites par M. Bourdakow.

	I. Miaskite grenue près du lac Ilmen.	II. Miaskite schisteuse du mont Sobatchia.	III. Miaskite schisteuse du mont Wichniowaïa.
SiO_2	52,03	56,26	54,17
TiO_2	0,99	0,47	0,98
Al_2O_3	22,34	23,59	23,25
Fe_2O_3	1,13	0,85	0,69
FeO	1,63	2,61	2,95
MnO	0,41	0,09	0,16
CaO	2,09	0,54	2,02
MgO	0,67	0,27	0,48
Na_2O	8,44	7,77	6,33
K_2O	5,16	5,72	6,19
CO_2	1,32	1,37	1,14
H_2O	1,79	0,37	0,17

[2]) Voici la liste des principaux ouvrages qui traitent des gisements de minéraux dans les monts Ilmen:

G. Rose. Reise nach dem Ural etc. 1842, II, p. 44.

Mouchkétow. Matériaux pour l'étude de la structure géognostique du district minier de Zlatooust. Journ. d. mines. 1877, III. pp. 263 et suivantes.

Melnikow. Les gisements de minéraux des monts Ilmen. Journ. d. mines. 1882.

Kokcharow. Materialien zur Mineralogie Russlands.

Pour les autres ouvrages nous renvoyons à Mouchkétow et à Melnikow.



Fig. 1. Montagnes Ilmen et valée de la riv. Miass. Vue prise de valée de Soïmonovsk.



Fig. 2. La région des lacs et la plaine sibérienne. Vue prise du mont Potanina.

Quelques-uns des gisements se trouvent dans la miassite, d'autres sont subordonnés aux syénites ou sont renfermés dans les gneiss.

Les premiers de ces gisements offrent des filons pégmatoïdes et des sécrétions au milieu d'une miaskite schisteuse ou grenue. Outre la miaskite à gros grain, on a parfois rencontré dans ces filons des nids et des veines de calcaire cristallin (№ 6 et 16). Les filons de miaskite présentent quelquefois un grain très gros; les individus des éléments atteignent souvent 10 ctm. et davantage. Une fois même on a trouvé un cristal de biotite pesant 62,67 kilogr. Dans le gisement on rencontre: sodalite, cancrinite, zircon, titanite, ilménite, apatite fluorine.

Les filons les plus répandus et les plus remarquables pour la variété des minéraux qu'ils renferment, sont ceux d'un granite original vert qui traverse le gneiss.

Le granite typique des filons consiste en amazonite (microcline), albite, quartz gris, incolore, parfois noir, et biotite. Il n'est pas rare que la couleur verte de l'orthose est absente et cela se remarque non seulement dans les différentes parties d'un même filon, mais encore d'un même individu. La présence de l'albite n'est pas partout égale; elle manque même dans certains filons; quelquefois, mais rarement, l'albite prédomine sur l'orthose. Une certaine combinaison du quartz avec l'amazonite produit parfois une belle pegmatite graphique.

La roche renferme des cavités à parois tapissées de cristaux formés par les éléments du granite et l'on y rencontre de plus de très beaux cristaux d'amazonite, d'albite, de mica, à côté de cristaux de roche.

Les cavités sont remplies d'une matière argileuse, souvent blanche, très tendre, qu'on appelle „salo" (graisse). Dans cette substance on trouve des cristaux bien développés de topaze et d'autres minéraux. Les cristaux se recontrent du reste aussi comme enracinés dans la roche ou attachés aux parois.

Outre les topazes on rencontre encore dans les filons les cristaux des minéraux suivants: béryl (aigue-marine), phénacite, tourmaline, columbite, samarskite, monazite, monazitoïde, helvine, grenat, malacon, criolite, chiolite etc.

Les filons de syénite micacée, composée d'orthose, de plagioclase, de biotite et parfois de muscovite, qui traversent les gneiss, renferment des minéraux très variés: zircon, pyrochlore, aeschynite, monazite, quelquefois apatite, sphène, magnétite, ilménite.

Les mines se distinguent d'après l'abondance des minéraux qui y prédominent; telles sont les mines de zircon, de pyrochlore, d'aeschynite et de monazite.

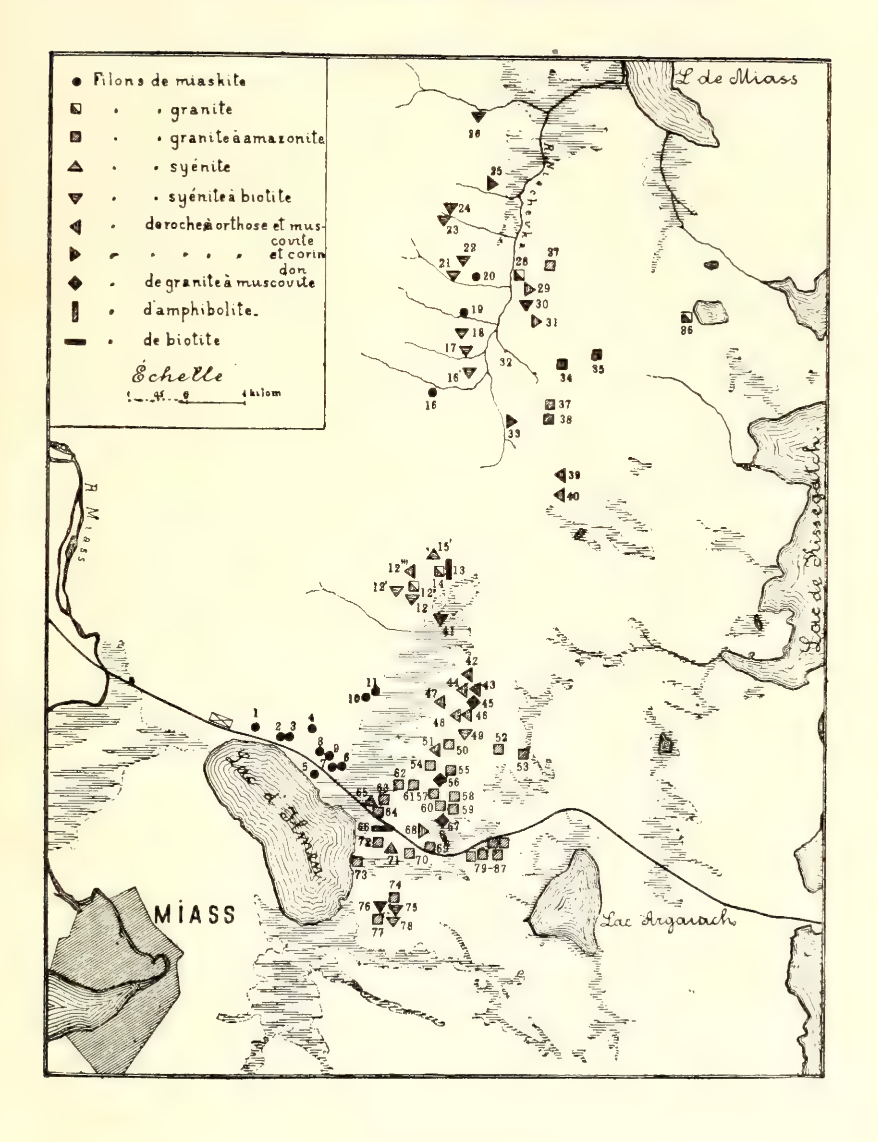
Les filons de zircon contiennent souvent ce minéral en quantité très considérable. Dans la mine, indiquée sur la carte sous le № 12, on a trouvé un cristal de zircon du poids de 3,58 kilogr. Dans la mine № 23 on a trouvé un echantillon de roche avec 40 grands cristaux de zircon.

Le principal gîte de pyrochlore forme un filon (№ 12) épais de 1 à 1,4 mètre. Ce minéral y est accompagné de zircon et d'apatite.

Les gîtes des monts Ilmen.

1, 2. Zircon, ilménite.
3. Sodalite, ilménite, zircon.
4. Ilménite, zircon.
5. Zircon, sodalite.
6. Apatite, zircon, sodalite, ilménite, calcite.
7. Zircon.
8. Ilménite, zircon, grands cristaux de biotite.
9. Cancrinite, sodalite, ilménite, fluorine, sphène.
11. Zircon, apatite, ilménite, sodalite.
12. Zircon.
12′. Zircon, apatite, pyrochlore, sphène.
12″. Ouralorthite.
12‴. Aeschynite, zircon.
13. Amphibole avec zircon et biotite.
14 Graphite. 15. Molybdénite.
15′. Sphène, apatite, pyrochlore.
16. Zircon, ilménite, apatite. calcite.
16′, 17, 18. Zircon, magnétite.
19. Zircon, ilménite. 20, 21. Zircon.
22. Zircon, ouralorthite. 23, 24. Zircon.
25, 26. Corindon, magnétite.
27. Béryl. 28. Ouralorthite.
29. Corindon. 30. Ouralorthite.
31. Corindon, aeschynite, zircon, muscovite.
32. Orthose.
33. Corindon, muscovite, ilménite.
34. Topaze, phénacite, béryl (aigue-marine), columbite, grenat.
35. Béryl, topaze, phénacite.
36. Épidote, apophyllite, scapolite, magnétite, grenat.
37. Topaze, béryl.
38. Topaze, phénacite.
39. 40. Muscovite.
41. Monazite, aeschynite, muscovite.
42. Muscovite.
43. Aeschynite, monazite, zircon, magnétite.
44. Muscovite. 45. Muscovite, zircon.
46—48. Muscovite.
49. Monazite.
50. Topaze, béryl, phénacite, monazite, samarskite, grenat, malacon.
51. Aeschynite, zircon, magnétite.
52. Topaze, beryl (aigue-marine), phénacite, tourmaline, ilménorutile, cristal de roche enfumé.
53, 54. Topaze, béryl (aigue-marine).
55. Aigue marine, topaze. 56. Muscovite.
57. Columbite, grenat, magnétite.
58. Béryl, grenat, columbite.
59. Topaze, phénacite, columbite.
60. Biotite sphérique, muscovite, grenat, columbite.
61. Béryl, topaze, columbite, grenat.
62. Béryl, topaze, tourmaline.
63. Columbite, monazite, béryl.
64. Columbite, malacon.
64′. Helvine, monazitoïde, grenat.
65. Sphène. 66. Biotite. 67. Muscovite.
68. Corindon, mica blanc (lépidolite?), zircon.
69. Criolite, chiolite, topaze, béryl (aigue-marine), columbite, grenat, phénacite (?).
70. Topaze, béryl, phénacite.
71. Apatite, rutile.
72, 73. Topaze, béryl.
74. Topaze, aeschynite, béryl, grenat.
75. Aeschynite, magnétite.
76. Aeschynite, zircon, magnétite.
77. Biotite sphérique, tourmaline, grenat, cristal de roche, mengite.
78. Aeschynite, magnétite.
80. Béryl (aigue-marine), ouralorthite?
81. Topaze, béryl, phénacite, ilménorutile.
82. Topaze, béryl, tourmaline, grenat, ilménorutile, columbite.
83. Topaze.

Carte des gîtes de minéraux dans les monts Jlmen.



Outre les filons de syénite à biotite on rencontre dans ce rayon, dans les gneiss, des filons d'une roche à orthose et à muscovite, parfois avec passage à une syénite à biotite; quelquefois vient s'ajouter le quartz, formant alors un granite à muscovite. En dehors de l'orthose (et de la micropertite) on rencontre aussi la plagioclase. Souvent le muscovite forme des cristaux, parfois allongés et transparents dans la direction des axes latéraux (№ 45). Dans les mêmes filons on trouve de l'aeschynite, de la monazite, du zircon, de la magnétite. Parmi ces gîtes on distingue, d'après la prédominance de tels ou tels minéraux, des filons et des mines de mica blanc, de monazites et d'aeschynite. D'un grand intérêt aussi sont des saillies rocheuses de filons de syénite à muscovite avec aeschynite. Les feuillets de muscovite qui hérissent la roche lui donnent un aspect „velu" (№ 51). La mine d'aeschinite et de monazite, exploitée déjà dans le siècle passé pour en extraire la muscovite (№ 43), est la plus imporante des exploitations dans les monts Ilmen.

A peu près de la même nature que les filons à syénite micacée sont les filons de corindon dont la roche est composée de feldspath, de biotite et de corindon; ce dernier est ici l'équivalent pétrographique du mica. Parmi les parties constituantes ce sont souvent l'orthose et le corindon qui prédominent.

Quelquefois les filons de telle combinaison ont une salbande de syénite à biotite (№ 31).

Le corindon diaphane se rencontre dans la mine № 33. Dans la mine 68 on a parfois trouvé un corindon de magnifique couleur de saphir. La couleur bleue est également propre au corindon provenant d'un gisement original, récemment découvert par M-r. Chichkovsky sur le chemin du village Tourgoyak ou village Karassi.

Les filons à corindon renferment parfois aussi de la muscovite, de l'aeschinite, du zircon et de l'ilménite.

A la série des filons recoupant les gneiss se rapportent encore:

a) Des filons à composition syénitique, à amphibole ou à augite (ouralite); contiennent de la titanite, du zircon, de l'apatite et du pyrochlore.

b) Des filons de syénite à longs cristaux automorphe d'amphibole et à l'orthose xénomorphe (№ 71), contenant de l'apatite et du rutile.

c) Un filon composé de gros cristaux d'amphibole et contenant du zircon et de la biotite (№ 27).

d) Un filon d'une puissance d'un mètre et même davantage, composé de grands individus de biotite avec du quartz lamellaire; les plus grandes plaques du mica depassent 0,5 mètres (№ 66).

Parmi les syénites des monts Ilmen on rencontre des filons de syénite, semblables à ceux, mentionnés plus haut, qui traversent le gneiss (*a*). Ces filons contiennent également du sphène, du zircon, de

l'apatite. En outre, dans les filons syénitiques se trouve de la molybdénite, accompagnée de zircon et de grenat.

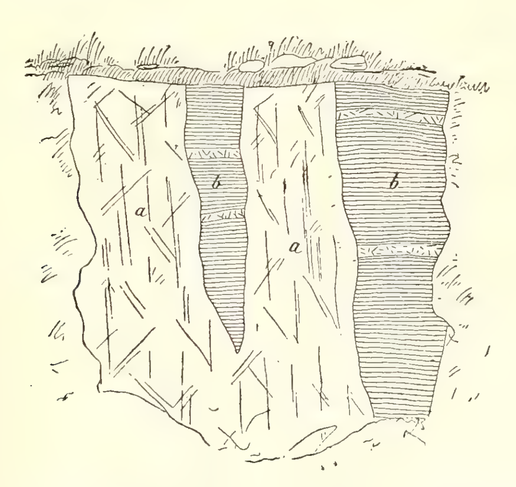
Au nombre des filons granitiques renfermés dans les gneiss appartiennent encore les gîtes d'ouralorthite et de graphite. La roche à ouralorthite se compose d'orthose, de plagioclase et de quartz, accompagnés de biotite et parfois, dans le voisinage des salbandes, de muscovite.

Le granite à graphite se distingue par sa structure sphérique. Les sphéroïdes sont fomés de graphite ou de deux ou plusieurs couches concentriques de graphite alternant avec du feldspath, quelquefois avec un grain de quartz au centre.

Parmi les mines indiquées sur la carte on ne pourra visiter, dans la grande excursion, que celles qui sont les plus proches du chemin de fer.

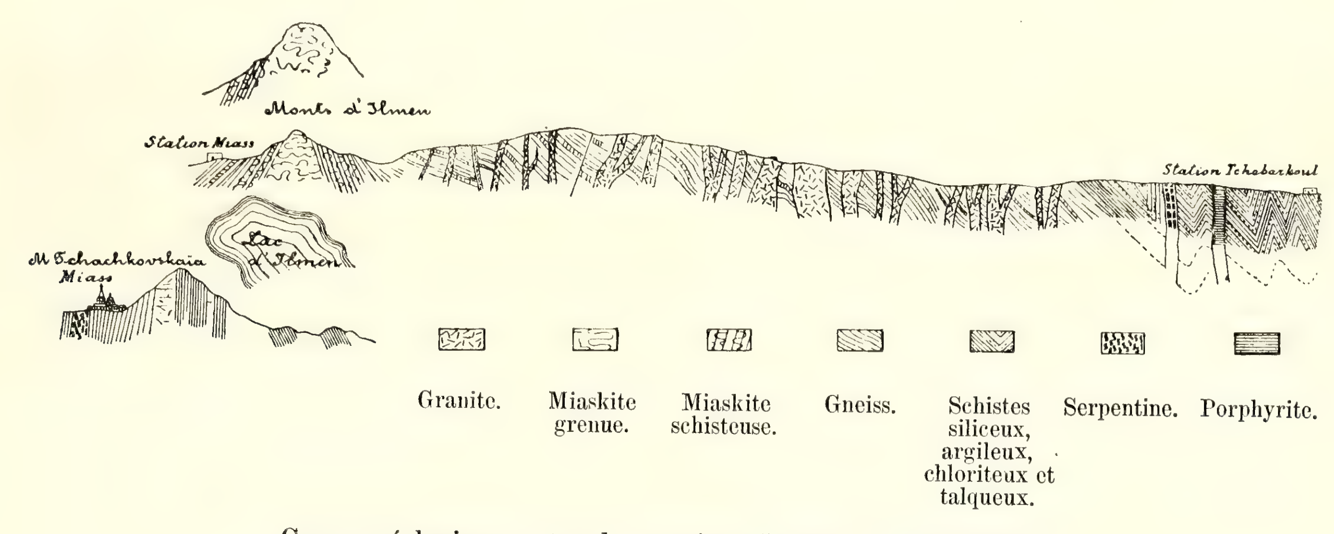
Au voisinage de la voie ferrée et dans la région de la syénite néphélinique sont situées les mines de sodalite et d'ilménite qui forment, au milieu d'une miaskite schisteuse, des filons de miaskite à gros grain (№ 2 et 3), avec grands cristaux de biotite, et un gisement de cancrinite dans une miaskite grenue.

Après la région occupée par la miaskite, le chemin de fer traverse un espace marécageux et s'engage dans une région de gneiss. La première tranchée y traverse une ancienne mine de columbite où se trouve un filon de granite à amazonite, s'étendant vers le NE. La columbite était accompagnée de malacon et l'amazonite s'y distinguait par sa belle couleur.



Filon de granite à amazonite (*a*) croisant les couches de gneiss (*b*).

Tout près de là est située une mine ouverte pour l'exploitation du granite amazonitique dans laquelle on a trouvé l'helvine sous forme

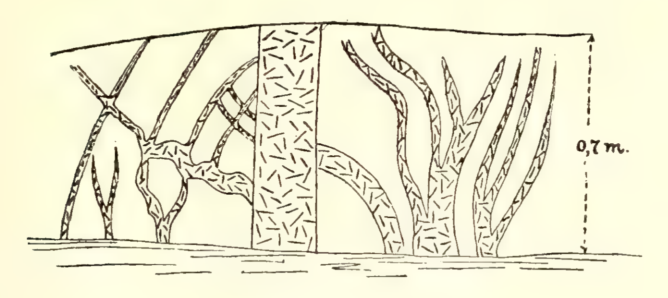


Coupe géologique entre les stations Miass et Tchébarkoul.

d'une masse sphérique de la grandeur d'une tête humaine. De plus ce granite contient de grands cristaux de monazitoïde.

Dans les autres mines près de la voie ferrée, on se propose de visiter celles dites de Lobatchow, et celles qui sont dans le voisinage. Ces mines offrent des filons de granite amazonitique, traversant les gneiss dans la direction W—E. Les cristaux d'amazonite y ont atteint 33 cm. L'épaisseur des filons est de 0,5 m. à 2 m. et même 3,5 mètres. On y a rencontré de très beaux cristaux de topaze, allant jusqu'au poids de 153 gr. Dans un des nids on a trouvé 16 grands cristaux de ce minéral. On y a extrait en outre de magnifiques cristaux de béryl, de phénacite, d'ilménorutile et de columbite.

Les gneiss amphiboliques et biotitiques affleurent sur tout l'espace qui s'étend jusqu'au lac Tchébarkoul et même plus loin. Les filons de granite à amazonite, de même que tous les autres mentionnés plus haut, deviennent bientôt imperceptibles, mais les filons de granite ouralien ordinaire (à biotite) se présentent en plus grand nombre et sont plus volumineux, jusqu'à ce qu'enfin le granite devient prédominant (v. la coupe p. 28). Les gneiss pincés entre les masses des granites contiennent de fréquentes injections de granite et d'innombrables filons et veines.



Filons de granite dans le gneiss.

Au-delà de la station Tchébarkoul la région devient plus unie et les affleurements sont plus rares.

A $4^1/_2$ klm. en-deçà de la station Tchébarkoul apparaissent des schistes siliceux, interrompus par une serpentine; puis viennent se montrer des schistes chloriteux, talqueux et argileux. Les schistes sont ensuite remplacés par des grünsteins: porphyrites augitique et ouralitique, aphanites, transformées çà et là par le dynamométamorphisme en schistes ouralitiques.

Plus loin sur la route, les roches se rencontrent à peu près dans l'ordre même où elles sont représentées sur la carte géologique du versant oriental de l'Oural, ou sur la feuille 139 de la Carte géologique générale de la Russie, avec cette différence cependant que la serpentine et le calcaire qui affleurent au nord et au sud de la voie ferrée,

n'affleurent pas dans le voisinage immédiat de la ligne ou ne s'y montrent que comme produit de leur altération superficielle [1]).

Les granites et gneiss réapparaissent à la 867-me verste et, interrompus, des deux côtés de la station Poletaïéwa (entre les verstes 873 et 877), par des sorties de porphyrites augitique et ouralitique; ils prédominent et affleurent fréquemment à partir de la 893-me verste presque jusqu'à la station Tchéliabinsk.

Çà et là, à côté de la voie ferrée, on exploite l'or de placers et de filons.

Les gîtes aurifères des environs de Tchéliabinsk.

Le granite développé dans les environs de Tchéliabinsk est exploité dans d'importantes carrières à une distance d'environ 5 klm. au sud de la ville. C'est le granite ordinaire de l'Oural à biotite (granitite), traversé par des filons de granite dépourvu de mica, de granitite et de granite amphibolique.

Près de Tchéliabinsk on a commencé, ces dernières années, l'exploitation des filons aurifères. Les mines se trouvent en majeure partie à 16—20 kilom. au SW de la ville.

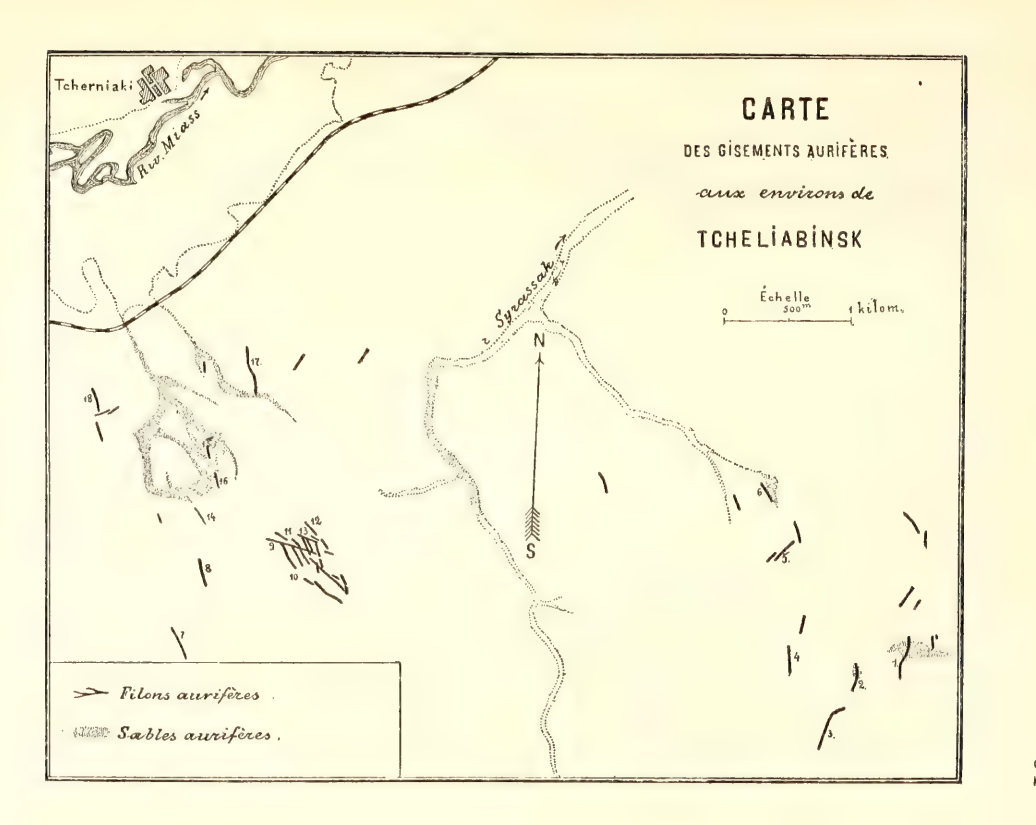
Ces gisements, fort peu étudiés jusqu'ici, ont quelque ressemblance avec ceux de Kotchkar.

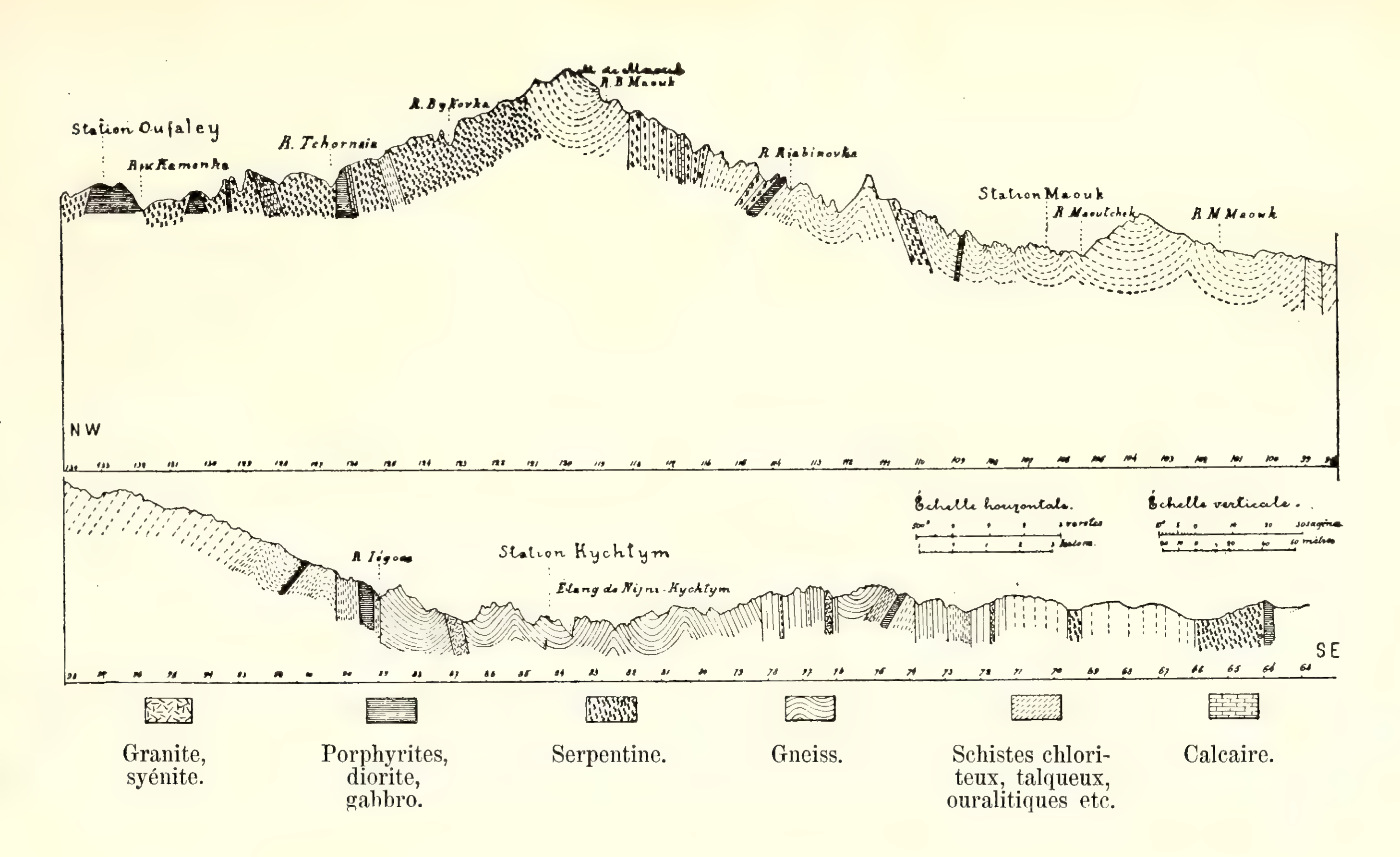
La roche dominante y consiste en granites très altérés à la surface. Dans la région on a également trouvé de la bérésite typique, des porphyres, de la diabase, des tufs de porphyrites, du jaspe etc. La contrée est traversée, principalement dans la direction NW et NE, par des fentes et des failles. Ces fentes, dont le remplissage est formé d'une matière granitique cataclastique, sont accompagnées de filons aurifères consistant habituellement en quartz blanc opaque, parfois teint par du fer oxydé hydraté. La puissance des filons, variant le plus souvent entre 0,2 et 0,7 m., atteint dans des cas exceptionnels de $1^1/_2$ à 2 mètres. Il n'est pas rare que les gîtes forment des réseaux de petites veines. Les filons ont été suivis sur une distance de 100 à 120 mètres. A une profondeur de 30 à 40 m. apparaissent dans les filons des minerais sulfurés et arséniurés. La teneur en or varie ordinairement entre 2,5 et 10,4 gr. par tonne; par endroits cependant les filons s'enrichissent jusqu'à 30 gr. par tonne et même davantage. La carte que nous donnons montre les filons aurifères trouvés jusqu'ici dans ce rayon, à l'exception de quelques-uns, situés plus au sud.

Une des mines les mieux organisées est celle de St. Michel-Arkhanguel, appartenant à M. Wonliarliarsky et C-ie; on y exploite un filon dit Iwanovsky, un des plus puissants du rayon de Tchéliabinsk. Ce

[1]) En outre, dans les environs de la station Boutakovsky, sur la Miass, des affleurements artificiels ont révélé un plus grand développement de roches granitiques que celui auquel on pouvait s'attendre d'après l'étude de la surface.

1) Filon Ivanovskaïa.
2) „ Kroukovskaïa.
3) „ Kamennaïa.
4) „ Préobrajenskaïa.
5) „ Abramovskaïa.
6) „ Sédovskaïa.
7) „ Sadoubrovskaïa.
8) „ Aganinskaïa.
9) „ Bogatyrevskaïa.
10) „ Krasnaïa.
11) „ Parallelnaïa.
12) „ Pavlovskaïa.
13) „ Guéorguievskaïa.
14) „ Spizinskaïa.
15) „ Boutakovskaïa.
16) „ Pervoulinskaïa.
17) „ Soubotinskaïa.
18) „ Voronkowa.




Station Oufaley
R. Tchornaia
R. Bykovka
R. B Maouk
R. Riabinovka
Station Maouk
R. Maoutchok
R. M Maouk
NW
Station Kychtym
Étang de Nijni-Kychtym
SE
Échelle horizontale.
Échelle verticale.
Granite, syénite.
Porphyrites, diorite, gabbro.
Serpentine.
Gneiss.
Schistes chloriteux, talqueux, ouralitiques etc.
Calcaire.

filon est renfermé dans un granite formé d'orthose, de plagioclase, de quartz et de micropégmatite. En contact immédiat avec le filon (ordinairement au toit) se trouve le produit du granite encaissant, plus ou moins schisteux et dynamométamorphosé (cataclastique), pénétré partiellement de quartz secondaire.

Le filon se dirige vers NNE avec une faible inclinaison vers NWW 15°. Sa puissance atteint de 0,7 à 1,35 m. La teneur en or qui est répartie assez régulièrement dans le quartz, est de 10 à 13 gr. par tonne.

De Tchéliabinsk à Kichtym.

A partir de Tchéliabinsk, dans la direction du chemin de fer vers Ekathérinebourg, le granite peut être suivi sur une distance de 8 kilom. Dans la tranchée près du pont de la Miass, cette roche se voit traversée par des filons ramifiés de diorite quartzifère [1]).

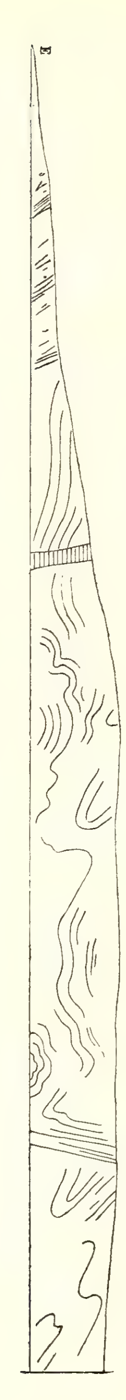
Le granite supporte des argiles posttertiaires rouges et jaunes, recouvertes de tchernozem. A partir de la 7-me verste jusqu'à la 52-me après avoir quitté Tchéliabinsk, les argiles couvrent presque partout les roches plus anciennes. Ce n'est qu'en quelques rares endroits que l'on voit surgir des îles, échappées à l'érosion, de conglomérats tertiaires et de grès (12,20 et 43 verstes), et qu'apparaissent une argile siliceuse à glauconie (44 verste), un kaolin avec veines de quartz (19,22 v.), produit de l'altération du granite sous-jacent, une diorite? (32 v.), une porphyrite dioritique (lac Kissiagatch) et une porphyrite labradorique (46 v.). Depuis la 50-me verste de pareils affleurements deviennent de plus en plus fréquents. En premier lieu viennent se montrer des roches aphanitiques et d'autres roches massives altérées et clastiques. A la 64-me verste affleure une porphyrite ouralitique qui passe, grâce au dynamométamorphisme, à un schiste ouralitique. Ensuite apparaissent de la serpentine, du schiste chloriteux et, enfin, du gneiss et du granite, alternant d'abord avec les schistes chloriteux et ouralitiques prédominant plus loin. C'est sur ces roches qu'est construite l'usine Kichtymsky. Les gneiss sont tantôt biotitiques, tantôt amphiboliques, et souvent grenatifères [2]). La direction de toutes les roches cristallines stratifiées avoisine celle du méridien. La tectonique de la contrée est représentée sur la coupe géologique, p. 32.

Nous donnons sur la fig. p. 34 l'affleurement du gneiss dans la tranchée située près de la station Kichtym.

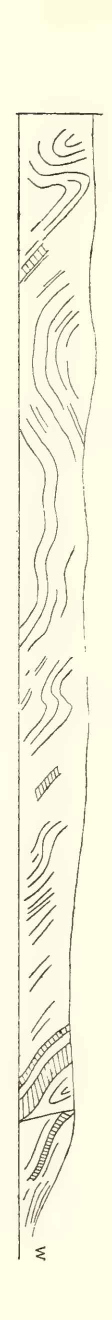
---

[1]) La description, les coupes géologiques et la carte de la région traversée par le chemin de fer Tchéliabinsk-Ekathérinebourg sont données d'après les recherches de Morozéwicz.

[2]) Entre les gneiss de la 77-me verste M. Morozéwicz a découvert une diorite à glaucophane.



Affleurement de gneiss près de la gare de Kichtym.



Kichtym et le mont Sougomak.

Le district minier de Kichtym offre aussi un très grand intérêt. Nous savons déjà qu'il est parcouru par le prolongement nord des monts Ilmen. Avec toutes les particularités géologiques de ces montagnes on y trouve des gisements d'une roche à anortite et corindon exclusivement propre à ce district. Parmi les autres espèces pétrographiques on peut citer une roche ouralitique originale, des pyroxénites etc. Outre des gisements fort intéressants d'or, de fer, de cuivre, de pyrite, de fer chromé, il y a encore des gîtes de minéraux: corindon spinelle, rutile, perowskite, kaemmerérite etc.

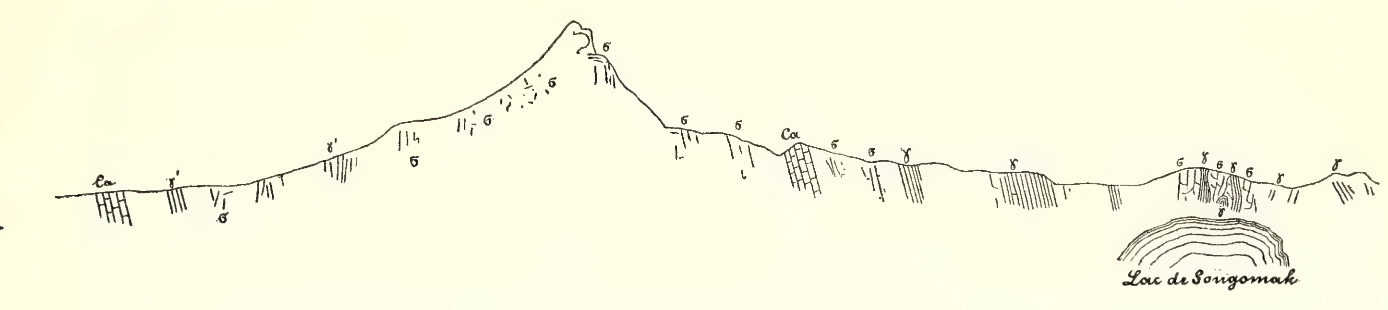
Bibliographie principale.

G. Rose. Reise n. d. Ural. II, p. 144.
Murchison, de Verneuil, Keyserling. Geology of Russia. I, ch. XVIII.
Karpinsky. Rech. géol. dans l'Oural. Bull. du Com. géol. 1883, II, 193.
Zaïtzew. Description géologique des districts de Kichtym et de Kaslinsk. Travaux de la Société des naturalistes de Kazan. 1884. XIII b. 3.
Morozévicz. Rech. géol. le long du chemin de fer Tchéliabinsk-Ekathérinebourg. Bull. Com. géol. 1897.
Bibliographie détaillée v. chez Zaïtzew.

Dans ce district on se propose de visiter, outre la contrée voisine du chemin de fer, le Sougomak. Du sommet de cette montagne s'ouvre une vue magnifique tant sur la plaine sibérienne (pl. *B*) que sur la partie montagneuse de l'Oural. Le Sougomak offre aussi un immense intérêt, au point de vue géologique, par la nature de sa roche qui n'a pu être déterminée que grâce à l'étude microscopique.

Entre Kichtym et le lac Sougomak, on ne voit affleurer que des gneiss biotitique et amphibolique traversés, au nord du lac, par des péridotites plus ou moins serpentinisées. Au même endroit apparaissent, en saillies irrégulières, des masses de composition granitique et syénitique.

A partir du bord ouest, la montée, qui s'élève graduellement sur le Sougomak, passe d'abord par des gneiss alternant avec la roche à antigorite (serpentine), comme le montre notre croquis p. 36, et devenant ensuite prédominants. Au milieu des gneiss se trouvent des rochers de calcaire avec une grotte. La montagne est en partie schisteuse, mais pour la plupart elle est composée d'une serpentine massive à antigorite extrêmement tenace qui forme des rochers considérables.



Mont Sougomak.

γ — gneiss, granite et syénite. σ — péridotites et serpentine. γ' — gneiss à ouralite et schiste ouralitique.
Ca — calcaire.

De Kichtym à Ekathérinebourg.

En sortant de Kichtym la voie ferrée commence à s'élever peu à peu sur le faîte de partage de l'Oural (voir la coupe géologique p. 32). Après avoir quitté la bande des gneiss coupée plusieurs fois par le granite (traversé par des filons de syénite), le chemin de fer s'engage dans une région de schistes chloriteux, talqueux etc., entre lesquels on trouve, par ex. à la 91-me verste, du porphyre ouralitique, parfois transformé en schiste. Un fait remarquable, c'est qu'à la fin de la 99-me verste les schistes changent la direction (inclin. W) qu'ils avaient dans le sens du méridien, en prenant celle de la parallèle (inclin. S), mais pour reprendre, au bout d'une demi-verste, leur première direction. Au-delà de la station Maouk, près de laquelle il y a développement de diverses espèces de schistes étudiés en détail par Morozéwicz, viennent s'y ajouter des serpentines qui prédomineront après la 115-me verste. La tranchée exécutée au faîte même montre, avec de la serpentine, des schistes talqueux et chloriteux. Le schiste chloriteux contient de grands cristaux de magnétite, le schiste talqueux des nids d'actinolite radiée d'un vert d'émeraude, et la serpentine d'assez nombreux filons d'asbeste. Le tout est recouvert d'une couche de tourbe allant jusqu'à 3 mètres. La serpentine qui est développée plus loin renferme, à l'extrémité de la 126-me verste, du marbre. La même chose a lieu à la 135-me verste. Parmi les nombreuses collines de serpentine on observe des noyaux formés de gabbro, ou de gabbro-diorite, et d'autres roches qui donnent naissance à la serpentine.

Au-delà de l'Oural, le chemin de fer traverse une contrée relativement unie, dont la surface argileuse couvre sans doute la même serpentine qui forme la ligne la plus élevée du faîte de partage entre les rivières Oufaléï et Tchoussowaïa. Cette roche est plus d'une fois remplacée par des schistes chloriteux et talqueux (v. la carte p. 38).

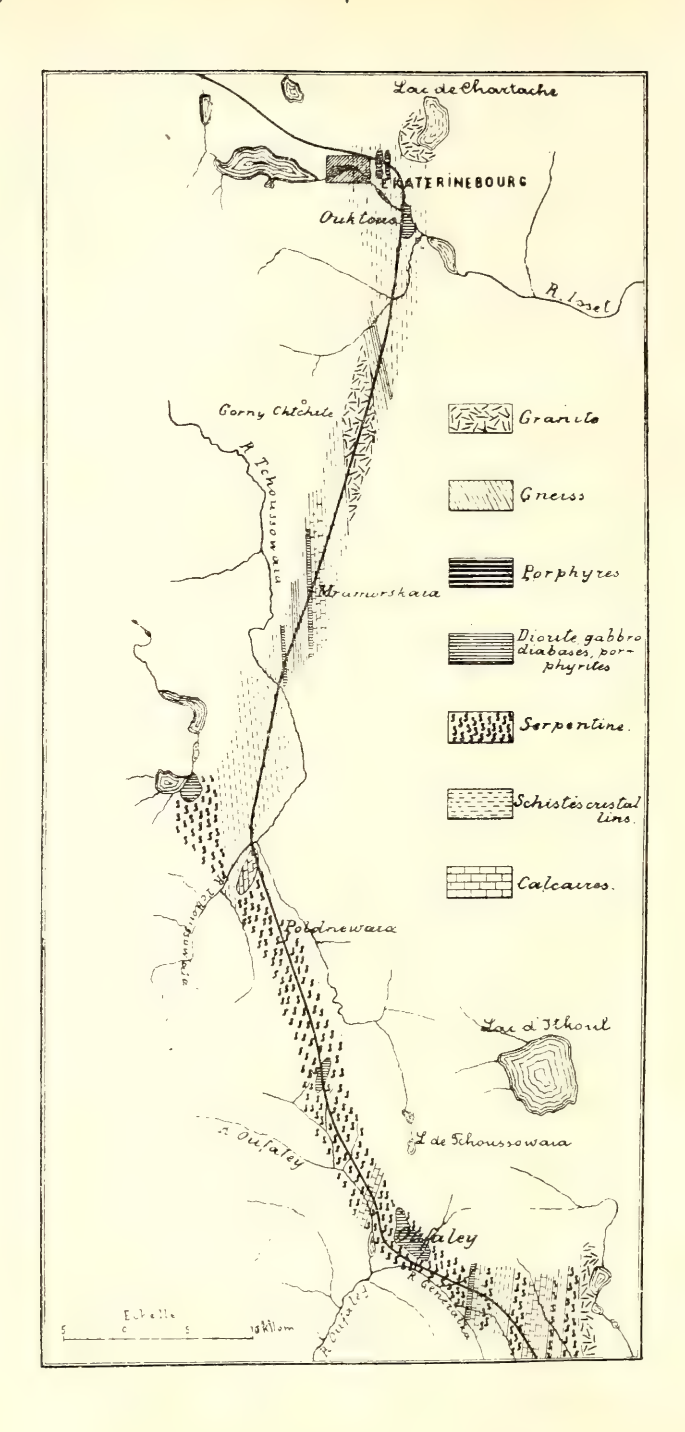
Nous retrouvons à peu près le même caractère dans la contrée attenante à la partie du chemin de fer, qui traverse, sur une distance d'environ 20 verstes, les dépôts de la vallée de la Tchoussowaïa et qui ne présente point d'affleurements de roches soujacentes [1]).

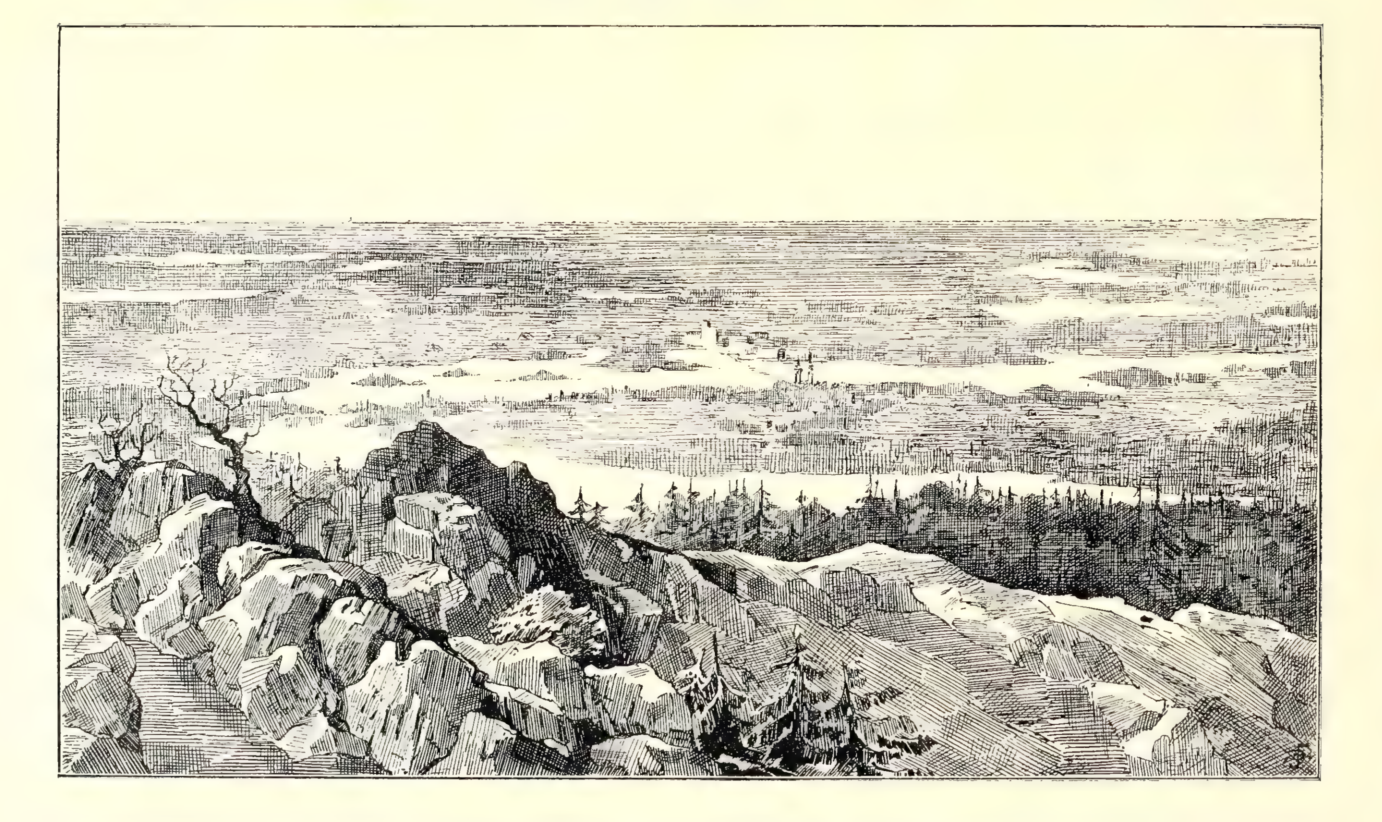
Ce n'est que sur la rive droite de la rivière que réapparaissent la serpentine, les schistes chloriteux et talqueux avec filons de granite et couches interstratifiées de marbre.

Le sommet du partage des eaux de la Tchoussowaïa et du système de la rivière Isset est formé de schiste chloriteux. Le marbre, accompagné parfois de listvénite, est exploité depuis des années aux environs du village Mramorskoïé.

---

[1]) La serpentine est surtout développée près de Poldnévaïa et aux environs de l'usine Polévsky. Près du village Poldnévaïa on connaît aussi des gisements de démantoïde (appelé dans le pays chrysolite), formant des rognons dans la serpentine.


Lac de Chartache
EKATERINEBOURG
Ouktous
R. Isset
Gorny Chtchite
R. Tchoussowaia
Mramorskaia
Granite
Gneiss
Porphyres
Diorite gabbro diabases, porphyrites
Serpentine.
Schistes cristallins.
Calcaires.
Poldnewaia
Lac d'Itkoul
L de Tchoussowaia
Oufaley
R. Gerzatka
Echelle
10 Kilom



Plaine sibérienne vue du mont Sougomak.

A la 198-me verste cette roche est remplacée par du gneiss et du granite qui s'étendent probablement jusqu'à la verste 204; plus loin viennent de nouveau les schistes chloriteux, talqueux etc., accompagnés de serpentine, de roche à diallage, de pyroxénite (mont Woznessenskaïa, station Ouktouss), de porphyrite ouralitique et, parfois, de granite et de porphyre.

Ekathérinebourg et Bérézovsk.

Les environs d'Ekathérinebourg ont maintes fois été explorés par des savants. Ceux qui voudront avoir des données plus précises pourront recourir aux ouvrages de Gustave Rose [1]), Hofmann [2]), Kontkéwicz [3]) et Zaïtzew [4]).

Dans les limites même de la ville affleurent des schistes chloriteux (près de la cathédrale de St. Catherine; direction vers le NW, forte inclinaison vers le NE), tantôt talqueux (près de l'église de l'Ascension) tantôt argileux; du listvénite (près de l'église luthérienne); de la serpentine (colline où se trouve l'observatoire physique); de la diorite ou gabbro-diorite (gabbro ouralitique—près de la prison et du monastère); du porphyre ouralitique, transformé habituellement en schiste vert, dit ouralitique. Çà et là les schistes contiennent des couches de gneiss.

Dans les environs immédiats de la ville on trouve, avec les roches citées, du calcaire et du granite; ce dernier forme des saillies peu importantes et deux grands plateaux à l'ouest et à l'est: l'un près du cimetière, l'autre près du lac Chartache. Dans le voisinage du lac se dressent des rochers caractéristiques de granite, connus sous le nom de „tentes". (Voir le guide de M-r O. Clerc, VII, pl. *A* et *B*).

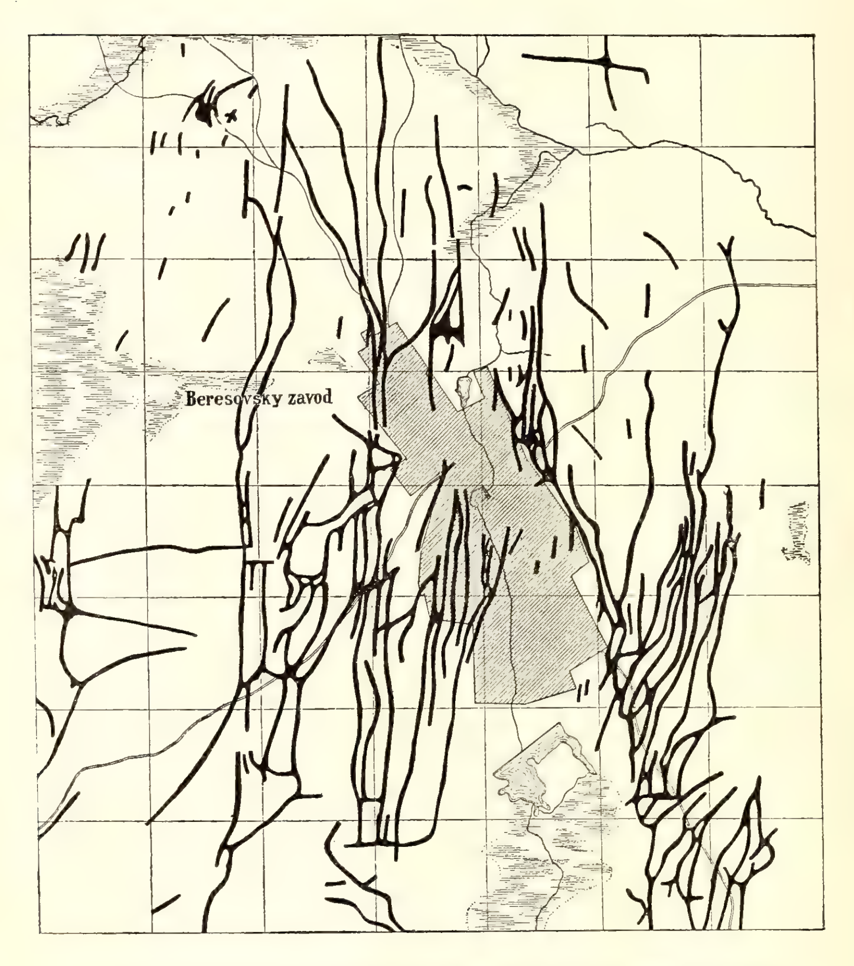
Sur la parallèle d'Ekathérinebourg, la ligne du partage des eaux de l'Oural est très peu élevée et est à peine perceptible quand on la traverse. La vue prise de l'observatoire (pl. *C*) n'a pu malheureusement comprendre la meilleure partie de la ville, mais les montagnes qui se dessinent au loin, à une distance d'environ 35 verstes, peuvent faire juger de la hauteur, en ces lieux, de la chaîne de l'Oural.

La structure géologique des environs d'Ekathérinebourg, comme celle de la région qui s'étend le long du chemin de fer de Perm jusqu'à la traversée de l'Oural, est indiquée sur la carte jointe au guide de M-r Tschernyschew (IX, pl. *A*). Pour le district de Néviansk et d'autres plus septentrionaux, la carte a été composée d'après les recherches personnelles de M-rs Tschernyschew et Krasnopolsky. Quant aux districts de Werkhissetsk et d'Ekathérinebourg, on s'est servi des car-

---

[1]) Reise n. d. Ural etc.
[2]) Materialen z. Auf. d. geol. Karte etc.
[3]) Journ. des mines, 1880, II.
[4]) Geolog. Beschr. d. Kreise Rewdinsk und Werch-Issetsk. Mém. du Com. Géol. IV, № 1, 1887.

tes de M-rs Kontkéwicz et Zaïtzew. Ces cartes ont dû cependant subir certains changements, d'accord avec la légende que nous ont donnée M-rs Tchernyschew et Krasnopolsky, changements concernant surtout les schistes ouralitiques et les autres schistes verts qui ont été rapportés aux roches massives (porphyrites), et non aux schistes mé-



Filons de bérésite aux environs de Bérézovsk (56 verstes carrées).

tamorphiques (cristallins) comme l'avaient fait M-rs Zaïtzew et Kontkéwicz.

Les gisements d'or de Bérézovsk, dispersés sur une superficie d'environ 56 verstes carrées, sont groupés près de l'usine de Bérézovsk, située à une distance de 12 klm. au NE d'Ekatherinebourg.

Bibliographie principale:

G. Rose. Reise nach d. Ural. I.
Okladnykh. Sur les mines d'or de Bérézovsk. Journ. d. mines (russe). 1862, IV. 253.
Arzruni. Untersuchungen einiger granit. Gest. des Urals. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1885, XXXIV, p. 865.
Helmhacker. Der Goldbergbau d. Umgeb. v. Berezovsk. Berg u. Hüttenm. Zeitung. 1892, № 6, p. 45; № 7, p. 57; № 10, p. 83; № 16, p. 145.
Pošepny. Goldistricte von Berezov und Mias am Ural. Arch. f. pract. Geol. II, 1895, 529.

Cette étendue est occupée presque toute entière par des couches, ou verticales ou fortement inclinées, de schistes chloriteux, de listvénites, de schistes talqueux et argileux, se dirigeant dans le sens du méridien. Ces roches sont souvent accompagnées de serpentine et elles sont toutes pénétrées d'un réseau de filons presque verticaux, dits bandes, de bérésite. La bérésite qui se rencontre presque toujours à l'état altéré, offre tantôt un granite à grain fin, tantôt un porphyre ou une felsite, tantôt elle diffère peu du greisen. Dans ce dernier cas elle est probablement un produit secondaire [1]).

Les filons de bérésite dont la puissance varie entre 2 m. et 20, même 40 m., (à la jonction des filons leur épaisseur est encore plus grande), ont généralement la direction du méridien, tout en suivant cependant parfois la parallèle (v. la carte p. 40 où sont représentées les ramifications des filons, leurs jonctions etc.). Quelques-uns de ces filons ont été constatés sur une longueur de plus de 8 kilomètres.

Les „bandes" de bérésite sont recoupées obliquement (WE) par des filons très inclinés ou verticaux de quartz aurifères dont la puissance, ordinairement minime, peut s'élever à 0,7 m. et rarement à 1 m. Habituellement ces filons ne sortent pas de la bérésite, mais parfois ils entrent aussi dans la roche voisine et s'étendent même jusqu'à la bande de b´résite la plus rapprochée. On peut se faire une idée du nombre des filons quartzeux aurifères par le dessin p. 42; les lignes, tracées sur une partie de la bande de bérésite, indiquent les galeries ou on exploitait un, deux ou même plusieurs filons.

Le quartz aurifère est tantôt compact, tantôt poreux, et contient de la pyrite et du fer ocreux. Les parcelles d'or se trouvent et dans

---

[1]) Pour compléter la caractéristique de la bérésite, disons encore que cette roche, provenant de la rivière Tchéremchanka, est, à l'état frais, voisine du greisen. Elle consiste principalement en quartz, muscovite et pyrite. D'après les recherches de A. Sokolow, elle contient 750 gr. d'or par tonne. De l'or natif y a encore été trouvé, quoique rarement, lors de l'exploitation par la couronne des gîtes de Bérézovsk.

Selon le même ingénieur les serpentines seraient aussi aurifères.

ment vers l'W, traversant la listvénite (magnésite, breunerite) et de serpentine qui est la roche prédominante. Des bandes de serpentine alternent avec des bandes de listvénite, les deux s'étendant à peu près dans le sens de la parallèle. Les nombreux filons aurifères renfermés dans les porphyres ont la même direction, sont courts, relativement épais (jusqu'à 0,7 m.) et se prolongent rarement dans les roches voisines. Ceux qui pénètrent la listvénite sont souvent plus longs, mais plus rares et plus fins.

La figure représente la coupe, quelque peu idéalisée, du gisement à une profondeur de 30 mètres. Les filons consistent en quartz contenant parfois une quantité notable de limonite (ocre); quelquefois c'est la dolomie qui y prédomine. Les filons de ce dernier type traversent habituellement la listvénite et sont rares dans les porphyres. L'or, dans les filons, est accompagné de pyrite, de chalcopyrite, de galène et des produits de leur oxydation. La teneur en or oscille entre 1 et 211 gr. par tonne. La moyenne de l'or, obtenue pendant les premières cinq années de l'exploitation est d'environ 27 gr. par tonne.

A la surface, connue aussi aux environs de Bérézovsk, les roches se sont transformées en une matière argileuse, semblable au „beliak" et au „krassik".

D'Ekathérinebourg à la frontière du district de Taguil.

Après avoir traversé la région constituée principalement par les roches schisteuses développées dans les environs d'Ekathérinebourg, le chemin de fer s'engage, à une distance d'environ 15 kilom. de la gare de cette ville, dans une large bande de gneiss et de granite qu'elle suit sur un parcours d'à peu près 35 kilom. Ensuite il tourne vers le nord et parcourt les dépôts voisins près de la limite occidentale de cette bande granitique qui s'étend dans le sens du méridien. Sur cet espace de 32 kilom. et, vers le nord, jusqu'à la frontière du district de Taguil dont la structure est décrite dans le guide № IX, la voie ferrée traverse des schistes chloriteux et verts (gruenschiefer), des calcaires, des serpentines, des porphyrites etc. (voir la carte pl. *A*, guide IX) accompagnés de nombreux gîtes d'or, de limonite et de chromite. Çà et là on voit des deux côtés de la ligne du chemin de fer des mines, les unes en exploitation, les autres abandonnées. Les placers sont surtout fréquents.

Ekatherinebourg. Vue prise [illegible]

VI

LES GISEMENTS D'OR

DU SYSTÈME DE KOTCHKAR

dans l'Oural du sud.

PAR

N. WYSSOTSKY.

Bibliographie.

Barbot de Marny. Esquisse géognostique de quelques remarquables placers aurifères dans la chaîne de l'Oural. Journ. d. mines. 1875. № 6.

Maklachevsky. Observations géognostiques sur les placers aurifères de la rivière Sanarka. Journ. d. mines. 1861. T. IV.

Romanovsky, prof. Notes minéralogiques et géologiques. Mém. Soc. Minér. Lt. Pétersb. 1868, série II.

Koulibin. La mine d'argent Mikhaïlovsky. Mém. Soc. Minér. St. Pétersbourg, XI, série 2.

Mouchkétow, prof. Description sommaire des filons d'or au système de Kotchkar. Mém. Soc. Minéral. St. Pétersbourg 1878. T. XIII, série 2.

Karpinsky, acad. Esquisse des gisements de minéraux utiles dans la Russie d'Europe et l'Oural.

— Carte géologique du versant est de l'Oural, 1884.

— Carte géologique de la Russie d'Europe, feuille 139, 1885.

Melnikow. Excursion géognostique le long des rivières Ouwelka et Oui. Mém. Soc. Minér. 1884. T. XIII.

Arzruni. Mineralogisches aus dem Sanarka Gebiet im Süd-Ural. Berlin, 1886.

Davy. Esquisse historique sommaire. Journ. d. mines, 1895. № 2.
Kazantsew. Sur les minerais d'or. Journ. de la Soc. physico-chim. T. XXIII, livr. 7-e.
Posepny. Arkhiv für praktische Géologie. 1895. T. II, p. 584.

La région du système de Kotchkar est située sur le versant oriental de l'Oural, à une distance d'environ 80 kilomètres vers le SW de Miass. Les 360 à 400 gîtes aurifères qu'elle renferme se trouvent tous au cours supérieur des petites rivières Kotchkara, Tchornaïa, Osséïka, Kamenka et Sanarka.

L'exploitation de l'or date de 1844, année de la découverte des placers situés dans la partie sud de la région (Kamenka et Sanarka). Dans la suite ces placers sont devenus célèbres à cause des minéraux précieux—cyanite, béril, topaze rose, améthyste, euclase, rubis, corindon etc.—qui y accompagnent l'or.

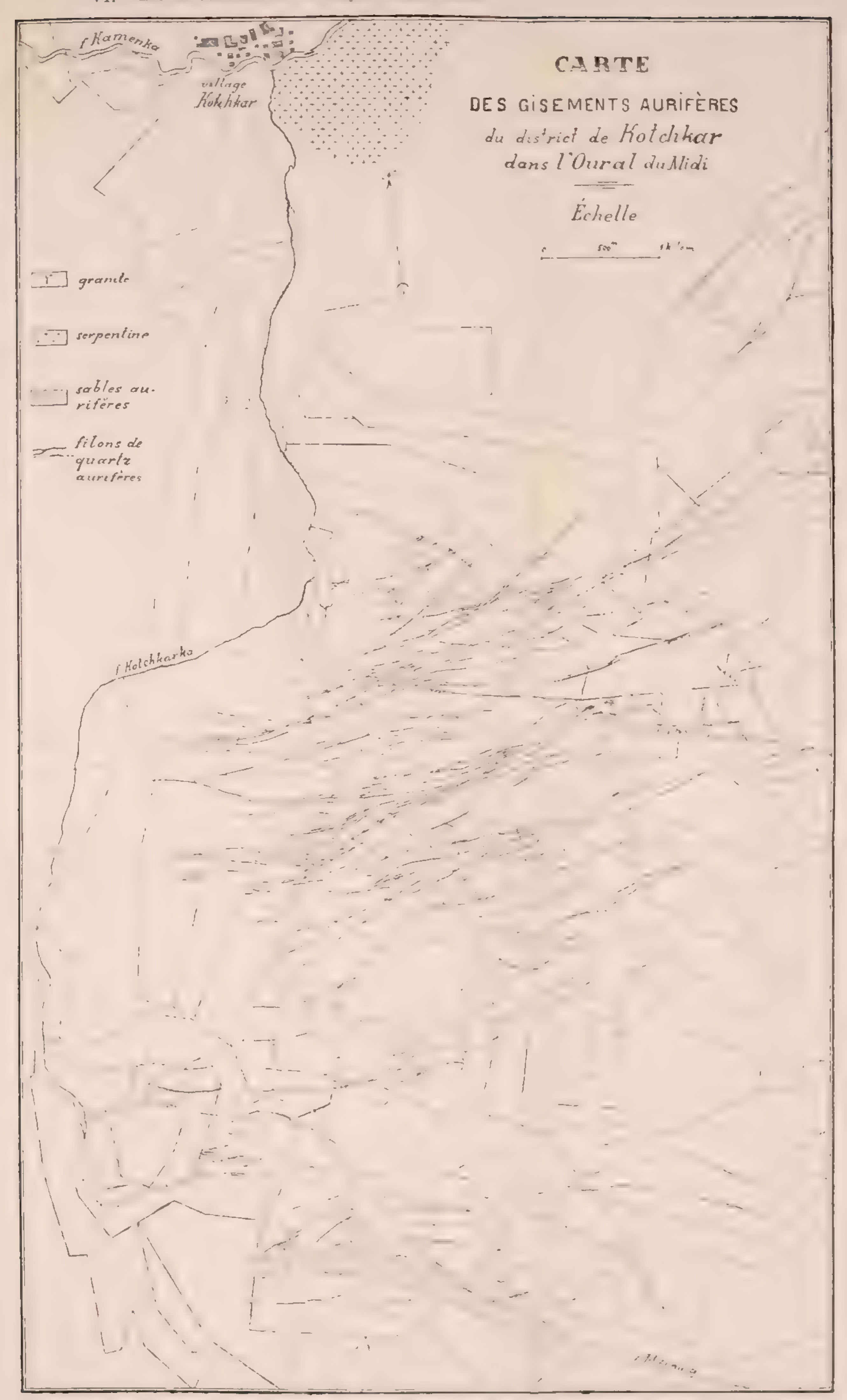
Les gisements primitifs de l'or furent découverts entre 1863 et 1867. On a commencé à les exploiter depuis que les placers sont devenus moins productifs.

Dans ces derniers temps les filons fournissent annuellement 1,300—1,425 klgr. d'or, tandis que les placers n'en donnent que 300—350 klgr. La production totale de l'or depuis 1844 jusqu'en 1897 est d'environ 47,060 klgr., dont 25,160 klgr. à peu près proviennent des placers et 21,900 klgr. des filons (depuis 1868). A cette somme il faut ajouter 450 klgr. d'argent.

Le plus grand nombre des mines en exploitation sont réunies sur un espace qui n'a pas plus de 50 kilom. carrés, situé dans la partie NW du système (voir la carte adjointe).

Quant à la structure géologique de la contrée, il est à remarquer que la région aurifère est disposée au milieu d'une large zone granitique qui suit la direction du méridien. Dans le carré de 50 kilom. dont nous parlons, le changement des roches sous l'influence d'agents dynamiques et chimiques est le plus prononcé. Les gneisso-granites se dirigeant généralement dans le sens de la parallèle y ont subi une dislocation ultérieure transversale qui s'est manifestée par de nombreuses fentes et failles plus ou moins parallèles; les failles ont à leur tour causé l'enclavement, sous forme de filons, de masses de granite, transformé par les effets dynamométamorphiques en roche verdâtre au gris foncé, le plus souvent schistoïde, à la composition de laquelle participent, à l'état finement broyé, l'orthose, la plagioclase, le quartz et le mica, avec les éléments secondaires: biotite, amphibole (dans certains filons), chlorite, talc, calcite, pyrite etc. Les roches encaissantes sont un granite dit bérézite, avec feldspath partiellement ou entièrement transformé en quartz et muscovite.

L'allure des filons aurifères quartzeux qui semblent devoir leur naissance à la kaolinisation du granite, est conditionnée par les fentes transversales (WE). Ces fentes forment tantôt comme un réseau dans la masse fendillée du granite dynamométamorphosé, tantôt elles affec-


CARTE
DES GISEMENTS AURIFÈRES
du district de Kotchkar
dans l'Oural du Midi
Échelle
granite
serpentine
sables aurifères
filons de quartz aurifères
r. Kamenka
village Kotchkar
r. Kotchkarka

tent la forme de lentilles plus ou moins volumineuses entre ce granite et la bérézite, tantôt enfin, mais plus rarement, elles traversent la bérézite. En conséquence de ces conditions de gisement, les filons aurifères présentent à leur tour un réseau de filons (plus de 50) verticaux on du moins très inclinés, plus ou moins parallèles entre eux, orientés W, SW ou SE.

Aux modifications ultérieurement subies par les mouvements de dislocation se rapportent de petits rejets dans le plan de stratification, et, plus rarement, en croix avec la direction des couches.

La puissance des filons exploités varie entre 0,05 et 2 mètres (parfois 3—4 m. et davantage). Les filons consistent en quartz opaque gris ou verdatre dans lequel on rencontre des inclusions et des veinules de calcédoines (par places de calcite et de chlorite) en quantité très variable, mais remplissant parfois toute la fente. Les calcédoines sont principalement représentées par du mispickel, de la pyrite mélangée de chalcopyrite, de la stibine et de la galène.

Sur la plus grande partie du terrain minier la roche première est désagrégée à la surface, parfois même jusqu'à une profondeur de 20 à 55 mètres. Le granite est transformé en une masse semblable à de l'argile, grasse au toucher, d'un blanc rosé, (dans les parties dynamo-métamorphosées d'un brun de tabac); le quartz au contraire est devenu spongieux et contient les produits de l'oxydation des calcédoines: des ocres, parfois des oxydés de manganèse et de cuivre, çà et là de la pharmacosidérite et de l'arséniosidérite; on y trouve aussi des minerais haloïdes d'argent sous l'aspect d'embolite $2\ AgCl + 3\ Ag\,Br$, dont la formation peut être attribuée à l'action de l'eau de la mer qui avait couvert cette région dans ia première moitié de la période tertiaire.

La teneur moyenne en or est de 5 à 13 gr. par tonne. L'expérience a montré que les filons sont plus riches vers le haut, quoique le métal y soit disséminé inégalement (on y trouve parfois de petites pépites sous forme de fils étirés, de rognons etc.); plus bas la teneur diminue tout en devenant plus également répartie; l'or s'associe graduellement aux calcédoines et sa quantité augmente proportionnellement à celle du mispickel (les analyses ont constaté une teneur en or de 40 à 400 gr. par tonne. L'or contient de l'argent (jusqu'à 30%); vers la sortie des filons au jour, la quantité d'argent est moindre.

Le granite désagrégé qui entoure les filons de quartz sert aussi quelquefois d'objet d'exploitation, car dans le voisinage des filons aurifères il contient habituellement des inclusions et des veinules de calcédoine et de quartz.

Les divers gîtes se ressemblent presque en tout. Dans la plupart des exploitations on a jusqu'ici mis en œuvre la zone de la désagrégation superficielle qui permet d'extraire l'or par des procédés simples, tels que le cassage et l'amalgamation. Pour les minerais de calcédoine extraits d'une profondeur de 25 à 140 m., on opère la sépara-

tion des calcédoines à l'aide de „stossherd“ ou de „frue vanner“ et on les traite au chlore ou à la cyanure de potassium.

Parmi les exploitations les plus considérables qui ont atteint une profondeur de 70 à 140 m. nous citerons: les puits Mitrofanovsky (40m.) et Woskressensky (80 m., à la mine Ouspensky) de Zélenkow et C-ie; les puits Gavriilo-Arkhanguelsky (70 m.) et Loukochinsky ($73^1/_2$ m.) des frères Podwintsew; les puits Woskressensky (56 m.), Pavlovsky (50 m.) et Alexandrovsky (63 m.) de Tarassow et C-ie; le puits Pavlovsky (50 m.) de Drojilow etc.

Dans la mine Mitrofanievsky on travaille des filons parallèles dits Mitrofanievskaïa et Yevguénié-Pétrovskaïa. Le premier présente plusieurs masses lenticulaires se dirigeant vers le NNE avec pendage presque vertical vers le N. Il se trouve sur trois plans parallèles entre la bérézite et les parties dynamo métamorphosées du granite qui forment ordinairement le mur. Dans les horizons supérieurs, le filon se divisait en plusieurs ramifications peu épaisses et relativement pauvres, mais à la profondeur de 35 et 140 m., il offre une puissance moyenne de $2^1/_2$ mètres. Au-dessous du niveau des eaux du sol, c'est-à-dire à une profondeur de 20 à 28 m., on a rencontré de la pyrite et du mispickel contenant de 5 à 10% d'or. D'après les analyses quelques-uns de ces calcédoines contiennent de 40 à 400 gr. et davantage d'or par tonne, cependant par le traitement mécanique et l'amalgamation on n'obtient que 5 à 10 gr. Les calcédoines aurifères pénètrent en quantité notable les roches encaissantes. On a observé dans les filons des traces de failles (surfaces polies de glissement) suivant le plan de stratification, et à la profondeur de 105 m. on a rencontré, dans la partie E de la mine, un croiseur peu considérable.

Le filon Yevguénié-Pétrovsky est joint au filon Mitrofanievsky par une galerie de 63 m. creusée à la profondeur de 56 m. Les conditions de gisement y sont à peu près les mêmes: des lentilles de quartz ayant à la partie la plus bombée 0,2 à 0,5 m. d'épaisseur, s'étendent vers le NE; le plongement presque vertical était incliné dans la partie supérieure vers le N, dans l'inférieure vers le S. La teneur en or du quartz à calcédoine présente une moyenne de $7^3/_4$ à 9 gr. par tonne.

Les filons Woskressensky s'étendent sur une distance de près de $3^1/_2$ kilom. en traversant les mines de divers propriétaires: les mines Mikhaïlovsky et Gavriilo-Arkhanguelsky des frères Podwintsew; les mines Yekathérinebourgsky et Alexandrovsky de Tarassow et C-ie; la mine Tikhwinsky de m-r Kormiltsew et la mine Nikolaïevsky des frères Podwintsew. Dans cette dernière mine les filons Woskressensky portent le nom de filons Loukochkinsky. Ce sont 2 ou 3 filons principaux accompagnés de filons latéraux avec leurs embranchements. Elle offrent généralement des masses lenticulaires étendues dans les directions NW ou W avec pendage très raide (70—90%), le plus souvent vers le S. Leur épaisseur moyenne varie entre $^1/_3$—3 m., mais ils atteignent parfois 12 m. de puissance. Ils se trouvent tous sur la ligne de contact

de la bérézite avec le granite dynamométamorphosé, ou bien dans ce dernier. Un des puits les plus profonds qui travaillent ces filons est le puits Gavriilo-Arkhanguelsky des frères Podwintsew (70 m.). Les deux filons que l'on y exploite sont parfois accompagnés d'un troisième. Leur épaisseur est de 0,2 à 2 m. Dans la partie supérieure du puits (dans les roches désagrégées) jusqu'à la profondeur de 50 m., la teneur moyenne en or était de 10$^1/_2$ gr. par tonne; plus bas, quand apparurent les calcédoines (plus souvent pyrites, plus rarement mispickel), la quantite d'or tombait jusqu'à 8 gr., et à la profondeur de 70 m. jusqu'à 4 gr., les calcédoines (environ 4$^0/_0$ du remplissage) contenant de 20 à 25 gr. d'or par tonne. Dans le puits Woskressensky (35 m.) des mines Yekathérinebourgsky (Tarassow et C-ie) on ne travaille qu'un seul filon principal, accompagné de plusieurs filons latéraux. La puissance du filon est très inégale: tantôt il atteint 3 m. d'épaisseur, tantôt il s'étire ou se divise en un faisceau de veinules. La teneur en or oscille entre 4 et 10$^1/_2$ gr. par tonne; après le lavage aux stossherd il reste à peu près 75$^0/_0$ de calcédoines contenant jusqu'à 44 gr. par tonne. Le haut des filons, jusqu'à la profondeur de 10 à 12 m., était très riche (en certains points plusieurs kilogrammes). Par endroits on observe dans le filon de petits rejets produits par de minces filonnets de quartz stérile qui sont venus le croiser.

Le filon Pavlovskaïa est travaillé, à une profondeur de 50 m., par des puits disposés l'un à côté de l'autre, appartenant aux mines Yekathérinebourgsky (Tarassow et C-ie) et Ioanno-Predtetchensky (Drojilow). Le filon se dirige E—NE, avec plongement N, sous un angle de 70—60^0. Son épaisseur est inégale; tantôt elle va jusqu'à 2—4 m., tantôt elle n'est plus que de $^1/_3$ m. et devient même nulle. La longueur des lentilles varie entre 1 et 10 m. Les conditions de gisement ressemblent à celles des filons précédents. Dans les parties supérieures désagrégées la teneur en or était de 10—30 gr. par tonne. Avec l'apparition, à la profondeur de 30—35 m., de calcédoines, elle s'abaissait jusqu'à 7—10 gr., la teneur, d'après les analyses, étant de 62 à 280 gr. par tonne dans les mispickels.

Les gisements secondaires de la région appartiennent au type des placers restés in situ après leur formation ou n'ayant subi qu'un déplacement peu considérable. Dans la plupart des cas ils sont en relation intime avec les gîtes filoniens; ainsi, par exemple, la longeur du plus grand nombre des petits placers de surface, couchés immédiatement sous la nappe végétale, correspond exactement à la direction des filons auxquels ils passent graduellement à une certaine profondeur. Dans le placer plus considérable qui occupe une large vallée plate et ses embranchements (voir la carte adjointe) les parties les plus riches étaient disposées en bandes transversales correspondant aux affleurements des filons aurifères. La structure du placer est la suivante: une couche alluviale d'argile tenace bigarrée sans or, épaisse de 4 à 12$^1/_2$ m., recouvre $^1/_2$—1$^1/_2$ m. de sable à gros grain argileux, renfermant des fragments de quartz et de granite roulés et contenant de l'or avec

une teneur moyenne, dans sa partie inférieure, de $1^1/_3$ à 10 gr. La même teneur s'observe dans la partie supérieure, désagrégée, du granite qui sert de base aux sables. Quant à l'âge de ces dépôts, ils sont en partie modernes, en parties postpliocènes (restes de mammouth, de rhinocéros, de cheval etc.).

VII

LA VILLE D'EKATHÉRINEBOURG

et

quelques-uns de ses environs, remarquables au point de vue d'archéologie préhistorique

PAR

O. CLERC.

Ekathérinebourg (longitude 30° 17′ 30″. E de Poulkowa, latitude N 56° 50′ 9″,74), chef-lieu de district et de diocèse, 43 mille habitants en grande majorité russes; les éléments mongols (tatares de Kazan) et finnois (votiaks et zyrianes) s'accroissent rapidement depuis quelques années.

Fondée sur l'emplacement actuel, en 1723, par le général Hennin et nommée par lui en l'honneur de l'impératrice Catherine I-re, son Auguste protectrice, elle avait en 1726 l'aspect et les dimensions d'une petite forteresse, où l'administration minière de l'Oural et l'usine étaient à l'abri d'un coup de main de la part des Bachkirs. A cette époque remonte la fondation de l'„Ecole d'arithmétique“ qui, après diverses transformations, donna naissance à l'école de district, aujourd'hui l'école municipale, et à l'école moyenne des mines. En 1735 fut installé un atelier pour la frappe de monnaie de cuivre; les premières monnaies étaient carrées et peu portatives, celle d'un rouble pesant près d'un kilo. Cette cour des monnaies, fermée vers 1870, a été transformée depuis en ateliers de remonte et de construction de matériel roulant du chemin de fer de l'Oural. En 1781, lors de la création de la lieutenance de Perm, Ekathérinebourg fut élevé au rang de chef-lieu de la province de l'Icète (ou Issète). Cette ville, ou plutôt l'administration à la fois civile et militaire des mines dont elle était le centre, joua un assez grand rôle dans la répression de la ré-

volte de Pougatcheff, qui, du reste, n'osa pas s'attaquer à si forte partie. La grande route de Sibérie, qui de Perm passait autrefois bien plus au nord par Solikamsk et Verkhotourié, fut dirigée en 1763 par Koungour sur Ekathérinebourg et Tumène, ce qui contribua beaucoup à augmenter l'importance commerciale de ces villes au détriment des anciens centres de colonisation.

La ville compte actuellement environ 6,000 maisons d'habitation, la plupart en bois, 15 églises orthodoxes (sans compter les nombreuses églises du monastère), 1 luthérienne, 1 catholique romaine, 1 église et 2 chapelles de vieux-croyants, 1 maison de prière israélite et 1 mahométane; elle est la résidence de l'évêque d'Ekathérinebourg et d'Isbite, diocèse comprenant toute la moitié transouralienne du gouvernement de Perm.

Les principales administrations de l'Etat sont:

1. La Direction générale des mines et usines de l'Oural, à laquelle sont subordonnés:

a) Le Laboratoire chimique où s'opère la fonte de tout l'or recueilli dans l'Oural.

b) La Direction centrale des forêts affectées aux usines.

c) L'Ecole des mines.

2. La Fabrique Impériale de pierreries, célèbre par ses grands vases en jaspe, rhodonite, etc.

3. L'Observatoire magnétique et météorologique de 1-er rang, fondé en 1835.

4. Le gymnase classique, fondé en 1860.

5. Le comptoir de 1-er rang de la Banque d'Etat.

6. Le Tribunal d'arrondissement civil et criminel, sans parler des administrations communes à toutes les villes de district: trésorerie, postes et télégraphes, etc.

Etablissements entretenus aux frais de la ville ou du zemstvo, (états ruraux) ou des deux ensemble:

1. Ecole réale.
2. Gymnase de demoiselles.
3. Hôpital.
4. Maison d'accouchement.
5. Ambulance.
6. Asile de nuit.
7. Deux écoles municipales—14 écoles élémentaires.

Etablissements du clergé: 1 monastère de femmes; 1 école dicésaine de filles de prêtres; 1 petit séminaire; plusieurs écoles paroissiales.

Institutions et établissements privés:

Société ouralienne d'amateurs des sciences naturelles, placée sous l'Augustissime protection de Son Altesse Impériale Monseigneur le Grand-Duc Michel Nikolaévitch, fondée en 1870.

Société ouralienne de médecine, fondée en 1890.

Société ouralienne des beaux-arts.



«Tentes de pierre» de Chartache Vue prise du SSE.

Société de bienfaisance.

Section de la société de la Croix-Rouge.

Section de la société de sauvetage sur les eaux.

Section de la société protectrice des animaux.

Société d'aviculture.

Sociétés de coopération, contre l'abus des spiritueux, de vélocipédistes, de chasse, de tir, etc.

Cercles dramatiques, cercle musical, deux clubs, société de pompiers.

4 asiles pour enfants.

2 gazettes quotidiennes. l'„Oural" et le „Correspondant d'affaires".

1 journal hebdomadaire „Le Moniteur diocésain".

Publications non périodiques:

Bulletin de la Soc. our. d'amateurs des sc. naturelles.

Bulletin de la Soc. our. de médecine.

Rapports annuels de diverses sociétés et établissements.

7 typographies, 2 chromo-lithographies, plusieurs ateliers photographiques; succursales des banques de Sibérie, de Volga-Kama; banque municipale; comptoirs de banque etc., agences d'assurances, de transport, etc.

Moulin à vapeur, ateliers et fabriques de tout genre, entre autres une fabrique nouvelle et assez considérable d'horloges dites de la Forêt-Noire. Eclairage électrique de la ville et d'un certain nombre de magasins et de maisons privées; téléphone; etc.

Une industrie particulière à la ville et à quelques localités des environs, c'est la taille et le polissage tant des pierres précieuses ou semi-précieuses (rubis, saphir, émeraude, alexandrite, topaze, démantoïse, grenat, améthyste. béryl, aigue-marine, cristal enfumé et incolore, etc.), que celle d'objets en jaspe, rhodonite, marbre, porphyre, etc.

Commerce considérable en gros et en détail. D'abord la prolongation du chemin de fer de l'Oural jusqu'à Tumène a porté un rude coup à Ekathérinebourg pour le commerce de transit entre la Sibérie et l'Europe, puis la construction du Transsibérien est en voie d'y mettre fin, ce qui oblige les uns à déplacer le centre de leurs opérations, les autres, à affecter leurs capitaux à d'autres entreprises.

Les „tentes de pierre" — Kamennýia palátki — de Chartache sont des rochers de granite gris, couronnant une colline à 2—3 kilomètres E d'Ekathérinebourg. Le granite (nettement stratifié) forme ici une coupole (ou pli anticlinal) dirigé de l'WSW à l'ENE, dont la crête seule a plus ou moins résisté aux influences atmosphériques.

Le principal intérêt que présentent ces „tentes de pierre" touche plutôt à l'archéologie préhistorique qu'à la géologie proprement dite. Les recherches opérées au pied et dans les fentes de ces rochers, d'abord par un chercheur d'or (1889—90), puis par MM. Serghéeff et Comès (1891), et enfin par moi, ont amené la découverte d'une assez grande quantité de fragments de poterie ornementée, d'armes et d'éclats de pierre, d'une perle en cristal de roche, de fragments d'os, etc.,

qui se trouvent au Musée d'Ekathérinebourg. M. le baron de Baye, qui a visité avec moi cette localité en 1895, la qualifie de gisement de l'époque néolithique. La découverte subséquente d'une petite pointe de flèche en bronze à trois arêtes, à une petite distance et en compagnie de tessons du même genre, me fait pencher pour l'opinion de Michel Malakhoff, qui rapportait la plupart des gisements transouraliens de ce genre à la fin de l'époque néolithique, au moment où le bronze, quoique connu, était encore un métal très précieux. Ce qui ajoute à l'intérêt de ces trouvailles, c'est que M. Serghéeff, ayant soulevé quelques-unes des dalles supérieures de ces tours soi-disant naturelles, a trouvé dessous des fragments de poterie, d'ossements, etc. Dans une courte notice que la Société Impériale d'Archéologie de St-Pétersbourg m'a fait l'honneur d'imprimer dans ses Travaux (1896), je me suis permis d'émettre la supposition que ces rochers auraient servi de lieu de sacrifice et en même temps de tour de signaux, et la question suivante, que MM. les Membres du Congrès voudront bien, je l'espère, trancher sur place: „ces rochers doivent-ils être considérés comme une formation purement géologique, ou bien peut-on admettre une participation de l'homme à leur surélévation dans un but quelconque?“ La grosseur des dalles ne saurait être invoquée contre cette hypothèse, vu que les éléments des monuments dits cyclopéens ou mégalithiques sont souvent plus volumineux encore. Ensuite, l'écuelle située au sommet n'est-elle que le résultat de l'érosion du granite par les agents atmosphériques?

Ce qui prouve que la présence d'un gisement préhistorique à ces „tentes de pierre“ n'est pas une circonstance fortuite, mais bien le résultat d'une coutume générale à cette époque, c'est la découverte de M. Serghéeff (1891) de restes analogues au „Tchertowo gorodichtché“, formation granitique semblable à celle-ci, mais de dimensions beaucoup plus grandioses, au sommet d'une montagne non loin du lac Issetskoïé, puis par moi aux Kamennýia palátki de Chabry (1895—96), où j'étais allé exprès pour voir s'il y a là du préhistorique, et où l'examen le plus superficiel a amené la rencontre de quelques objets très caractéristiques au sommet même de l'une des tours, à côté d'une écuelle ou bassin, semblable à celui de Chartache. Ceux de MM. les géologues qui visiteront Palkina auront l'occasion d'y voir, entre autres, un gisement du même genre que j'y ai trouvé l'été dernier.

La flore des environs du lac de Chartache ne présente guère que des espèces communes de cette région, et au commencement d'août peu d'entre elles portent encore des fleurs; en traversant le bois de pins, l'on verra des feuilles de *Trientalis europaea*, dans les lieux humides *Androsace filiformis B. neglecta* (miki), dans le vaste marécage, à peu près desséché aujourd'hui, *Salix Lapponum*, *Ranunculus Lingua*, dans les lieux plus secs, des touffes de *Pulsatella patens var. nemorosa* et *Wolfgangiana* en fruits, *Astragalus pisiformis*, *A hypoglottis*, *Cytisus biflorus* en fruits, *Cotoneaster nigra*, *Gentiana Amarella*, *cruciata*, *Pneumonanthe*, *Senecio campestris*, etc. Dans les



Fig. 1. Ecuelle au sommet de l'une des «tentes de pierre» de Chartache



Fig. 2. Extrémité NE des «tentes de pierre» de Chartache.

fentes mêmes des rochers: *Cystopteris fragilis, Polypodium officinale* de petites dimensions, et, seulement du côté du nord, une petite plante assez rare, la *Parictaria micrantha var. debilis.* Parmi les représentants de la faune, je ne mentionnerai que l'*Isodactylium Schrenckii (Salamandrella uralensis)*, qui, à peine la neige fondue, opère sa ponte dans les mares le long du chemin, mais sort de l'eau et disparaît aux regards bien avant le milieu de l'été, de même que son congénère, le *Triton cristatus.*

En suivant plus loin le chemin qui mène à Bérézovski, on jettera un coup d'œil sur les carrières de granite du pied de la colline, puis on arrivera au bord du lac de Chartache, où l'on pourra observer le résultat d'un phénomène de géologie contemporaine, dont je n'ai encore trouvé la description nulle part, du moins pour ce qui concerne les formations lacustres.

L'espace me manquant d'énoncer ici le cours des investigations archéologiques (1890—96) qui m'ont obligé de m'occuper de cette question, je me bornerai à formuler les thèses suivantes: 1° La glace atteint sur nos lacs une épaisseur de 0,7 à 1,5 mètre ou même plus, et, où la profondeur de l'eau est moindre, surtout près des bords, elle englobe une partie du fond. 2° A la fonte des neiges, le niveau du lac hausse, la glace ascend avec l'eau et soulève la partie du sol qui fait corps avec elle; en même temps il se forme autour du banc massif de glace une ceinture d'eau libre dont la largeur dépend de la plus ou moins grande inclinaison des rives. 3° Sous la poussée des vents, cette immense lentille de glace, d'abord entière, puis en vastes bancs séparés par des fissures, voyage à la surface du lac; si le vent est assez fort, les glaces du large poussent celle du bord et la font glisser ou grimper sur la rive, où elle forme, surtout si elle y rencontre un obstacle suffisant (falaise, rangée d'arbres, etc.), des amas considérables. 4° En fondant, cette glace dépose sur la rive une véritable moraine, composée de tous les objets durs qu'elle avait englobés; l'eau reprend à l'occasion une partie de ces matériaux, mais les plus lourds restent, et avec le temps il en résulte une ceinture solide sur les rives contre lesquelles les vents dominants accumulent le plus de glaces.

Le niveau du lac Chartache ayant été abaissé de plusieurs mètres. il y a une soixantaine d'années, la ceinture morainique lacustre, antérieure à cette époque, se trouve maintenant à sec et peut être aisément suivie tout le long de la rive S et SE, où elle est généralement recouverte de forêt ou de buissons. Comme on y rencontre des objets préhistoriques du même genre que sur la colline, on peut en inférer que le niveau de ce lac était resté assez constant depuis des siècles, jusqu'au moment où l'on a tenté de le vider pour dessécher les mines d'or de Bérésovski.

Il va sans dire que la composition pétrographique des rives donne à ces moraines lacustres une structure et un contenu très variable: ici ce sont des blocs de granite et du sable quartzeux,—au lac Irbitsksé,

près du contact des limites des districts d'Ekathérinebourg, de Kamychlow et d'Irbite, elles ne sont formées que de sable contenant des fragments usés de tuffeau, et offrent l'aspect et le type de dunes concentriques, espèces de sentiers plus ou moins praticables au bord et au milieu du vaste marais tourbeux qui occupe une partie de l'ancien lit du lac;—au lac Karassié II, à 30 verstes E de la ville, à en juger d'après la description de MM. Dm. Mamine et Constantin Thaddéew, la moraine lacustre a l'aspect d'une jetée ou môle longeant le rivage marécageux, et fait à bras d'homme, où ils ont recueilli de riches matériaux archéologiques (voir au Musée historique de Moscou et au Musée d'Ekathérinebourg): peut-être en effet les habitants de ce lac ont-ils perfectionné l'œuvre de la nature.

Palkino

est un hameau situé sur les terres de m-me la comtesse de Stenbock-Fermor, sur la rivière Icète (ou Issète), à l'endroit où le barrage des forges de Werkh-Issetsk la transforme en un étang ou lac artificiel de 12 verstes environ de longueur, parsemé de fort jolies îles granitiques, présentant, ainsi que les montagnes et les collines voisines, de ces entassements de dalles, connus dans la région sous le nom générique de „Kamennaya palatki" (tentes de pierre) lorsqu'ils atteignent des dimensions un peu considérables [1]). Le hameau se compose d'une trentaine de maisons et d'une petite chapelle en bois, disposées des deux côtés de la rivière, dont la rive gauche s'élève en côte assez abrupte, tandis que la droite forme une langue de terre ferme qui, sur un assez court espace, sépare le lit de la rivière du vaste marais remplissant tout le fond de la vallée. Un pont de bois, suffisamment élevé pour permettre non-seulement le flottage du bois, mais aussi le passage d'un remarqueur à vapeur, réunit les deux rives. La tradition locale fait remonter la fondation de ce hameau à la fin du XVI-e ou au commencement du XVII-e siècle, avant la construction des barrages de Werkh-Issetsk (1725) et d'Ekathérinebourg (1723), époque où l'on allait en bateau baptiser les enfants à l'église d'Ouktouss (à 6—7 verstes en aval de la ville); les premiers colons auraient été deux serfs fugitifs de l'usine de Bilimbaï (appartenant aux Stroganow), nommés Palkine et Rybine, dont le premier aurait donné son nom à l'endroit.

Il y a une quarantaiue d'années, m-r S. Sigow, avec le prêtre Hippolyte Smychliaew, voyant entre les mains des paysans d'étranges objets en cuivre rouge, firent des recherches sommaires et recueillirent un certain nombre d'idoles, de lames et d'autres objets „tchoudes", dont une partie fut envoyée à Moscou et à St. Pétersbourg; quelques-uns d'entre eux ont été figurés par Aspelin dans ses „Antiquités finno-ougriennes". Les ouvriers qui firent les fouilles sous leurs ordres, racontent que ces figurines en cuivre furent trouvées sous les dalles de

[1]) V. plus haut l'article concernant celles de Chartache.

granite formant le dos de la montagne à l'ouest du hameau, au-dessus du gorodichtché; elles y étaient soigneusement enveloppées d'abord d'une peau, décomposée par le temps, puis d'un fourreau en écorce de bouleau, assez bien conservée. Ces messieurs découvrirent aussi le dit gorodichtché, ou enceinte fermée d'un rempart en terre entouré d'un fossé, et y trouvèrent, entre autres objets, un moule en pierre tendre qui avait servi à couler des objets en métal.

Ce n'est qu'en 1875 que quelques-uns de mes élèves, entre autres Michel Malakhow, firent quelques recherches à ce gorodichtché, avec la recommandation expresse de rapporter tout ce qu'ils y trouveraient: ils ne rencontrèrent point d'objets en métal, mais bien des fragments de poterie ornementée et d'outils ou armes en pierre. Dès lors, tantôt seul, tant avec M. Malakhow, nous fîmes des fouilles réglées, qu'il a décrites en détail, d'abord dans le journal „Древняя и новая Россія" (1879), puis dans son rapport définitif (1883, encore inédit) à la Société Impériale de Géographie. Des investigations subséquentes ont amené la découverte d'une multitude d'objets en pierre éclatée, taillée ou polie (silex, jaspe, quartz, grès, granite, schiste), de milliers de fragments de poterie ornementée, de quelques moules et de deux ou trois objets en cuivre (bronze) semblant avoir servi d'ornements à des harnais de cheval. En 1888 une collection complète de tous les ornements sur poterie alors connus de cette station préhistorique, systématisée par Thaddéew et moi, fut donnée au Musée historique de Moscou, et la Société Impériale d'Archéologie de cette ville en a publié une partie en 1895 (avec 3 pl. en phototypie). Rien qu'en achetant chaque été ce que les habitants, surtout les enfants, recueillent de fragments et d'objets en cultivant les potagers et les champs voisins, j'ai rassemblé une grande quantité de matériaux, que j'espère distribuer à divers musées, quand j'aurai eu le temps de les classer.

La population a dû être beaucoup plus dense ici autrefois qu'à présent, ce dont on peut juger par le fait que des restes de même nature se rencontrent dans tous les environs de Palkino et sous le marais même (comme j'ai pu m'en assurer pendant les basses eaux de 1893—1895) sur un espace de plusieurs verstes carrées, quoique peut-être en moindre abondance que dans le voisinage même du hameau actuel. Dans une forêt voisine, on a retrouvé des restes de fourneaux primitifs, avec des monceaux de scories, provenant, dit-on, d'un minerai de cuivre très ferrugineux, qu'on suppose provenir de la mine maintenant inondée de Pychminsko-Klutchevski, située à 15—17 verstes de distance.

L'abondance des objets en pierre travaillée, parmi lesquels ceux en pierre polie sont en infime minorité (la plupart faits d'une roche gris-verdâtre imitant le néphrite, mais beaucoup moins dure), et des tessons richement ornementés de dessins géométriques, tandis que la pâte en est agrémentée d'un mélange de mica, ou de talc, ou de schiste bleu pilé, etc., et la présence d'un nombre restreint d'objets en cuivre, dont une partie au moins coulés sur place, ont conduit d'abord M. Ma-

lakhow, puis les autres savants qui ont visité ensuite ce gisement, à placer son origine vers la fin de l'âge de la pierre, au moment où le cuivre commençait à être connu. La couche de terre contenant les restes de cette culture est très peu profonde; aussi les rares ossements qu'on y a rencontrés étaient-ils trop détériorés pour pouvoir être définis.

Jusqu'ici aucune sépulture préhistorique n'a été découverte dans cette région.

La flore des environs de Palkino est très variée, et MM. les amateurs de botanique pourront profiter de l'occasion pour recueillir des espèces qu'on ne trouve pas partout, p. ex.: *Nymphaea pygmaea* Ait., *Nuphar pumilum* Sm., *Arabis Gerardi* Bess., *A. pendula* L., *Stellaria Bungeana* Fengl., *Cerastium pilosum* Led., *Geranitum pseudo-sibiricum* J. Mey., *Astragalus fruticosus* Pall. var. *viminea* Trautv., *Lathyrus pisiformis* L., *Hedysarum elongatum* Fisch., *Agrimonia pilosa* Led., *Bupleurum aureum* Fisch., *Pleura spermum uralense* Hoffm., *Cacalia hastata* L., *Saussurea discolor* Dc., *Crepis sibirica* L., *Mulgedium sibiricum* Less., *Adenophara polymorpha* Led., *Utricularia intermedia* Hayne, *Androsace neglecta* (mihi) = A. *filiformis* var. *glandulosa* Kryl., *Castilleja pallida* Kunth., *Polygonum polymorphum* Led., *Salix myrtilloides* L., *S. Lapponum* L., etc., etc.

A environ une verste au nord du hameau, l'on pourra visiter une autre station préhistorique, analogue aux „Kamennya palatki" de Chartache.

VIII

GISEMENT DE MINÉRAUX

D'EUGÉNIE-MAXIMILIANOVNA.

PAR

A. KARNOJITZKY.

Les gisements d'Eugénie-Maximilianovna, découverts et étudiés en 1894—96, sont situés à l'ouest et au nord-ouest du village Palkina [1]), à droite de la rivière Isséta, presque au sommet de l'arête de partage de l'Oural. Ces gisements, au nombre de 20—21, occupent un triangle d'une superficie d'environ 24 verstes carrées. En dehors de quelques minéraux problématiques, trouvés en quantité trop insuffisante pour être définitivement déterminés (disthène, béril de couleur lilas, korund rouge etc.), on y a rencoutré: aiguemarine (bc) [2]) vésuvian (p) grenat (bc); essonite et almandine; épidote (en grande quantité): ordinaire, jaune, pouchkinite; axinite (bc); yttrotantalite (p); titanite (bc); clinochlore (p); pierre des Amazones (p); microcline en cristaux gigantesques (bc); amphibole; cristal de roche; pyrite transformée en oligiste brun.

Les gisements se trouvent dans une région de développement de gneisso-granites. La roche dominante est un feldspath pauvre en mica, presque dépourvu d'amphibole, que la composition pétrographique et la structure rapprochent le plus souvent du granite (montagnes Medwejka, Pouk, Seljka etc.), rarement de la syénite (montagne Yélowaïa), et qui occupe principalement la surface des collines en formant à leur sommet de puissantes accumulations de dalles dites „palatki“ (tentes). La roche feldspathique est accompagnée d'une roche très riche en am-

---

[1]) A une distance de 15 verstes environ d'Ekathérinebourg.

[2]) Les lettres bc (beaucoup) et p (peu) indiquent la fréquence relative des minéraux.

phibole, voisine parfois de l'amphibolite (mont Medwejka, Romanovka), parfois du gneiss amphibolique (Medwejka, Poup), parfois de la diorite (Séwernaïa Yélowaïa), qui occupe des horizons plus bas que la roche feldspathique, bien qu'en plusieurs points elle constitue des élévations indépendantes peu élevées.

Les minéraux énumérés plus haut sont le produit du métamorphisme. Ils se trouvent habituellement à une faible profondeur, au contact des roches feldspathiques et amphiboliques, et sont presque toujours accompagnés d'épidote ou d'épidosite. Dans la montagne Poup les minéraux accompagnent les cristaux de dolomie et se trouvent aux endroits où la dolomie vient en contact avec le gneiss amphibolique, la surface de la colline étant formée de granite.

Voici les gisements qui offrent le plus d'intérêt:

Montagne Medwejka—essonite jaune, rosée et brune, pistacite etc.

Montagne Yélowaïa (Grande mine Yevguénié-Maximilianovskaïa), axinite, pouchkinite et titanite.

Montagne Poup (Mine Iwano-Rédivortsevskaïa) — essonite, épidote, clinochlore.

Montagnes Séwernaïa-Yéréméïevskaïa — aiguemarine, vésuvian, sphène, grenat, épidote yttrotantalite, pierre des Amazones etc.

IX

LE CHEMIN DE FER DE L'OURAL

dans les limites des districts miniers de Taguil et de Goroblagodat.

PAR

TH. TSCHERNYSCHEW.

Le chemin de fer d'Oural relie Ekathérinebourg à Perm. Il entre dans le district de Taguil 3 verstes au-delà de la station Anatolskaïa et le traverse jusqu'à l'usine de Kouchwa, en suivant, dans la direction générale, la ligne du méridien. Après avoir dépassé cette usine, il tourne brusquement vers l'ouest et, faisant plusieurs zigzags, il s'élève sur l'arête de l'Oural qu'il franchit entre les stations Ouralskaïa et Yévropéïskaïa (d'Europe).

Nous avons concernant ces districts miniers bon nombre de données géologiques, éparses dans les journaux et ouvrages spéciaux, mais jusqu'ici il n'en existe aucune description détaillée. Les travaux du Comité Géologique, exécutés dans les districts de Taguil et de Goroblagodat, sont terminés depuis 5 ans, mais la carte géologique et la description s'y rapportant ne sont pas encore publiées. Voici la liste des ouvrages dans lesquels on trouvera les renseignements les plus complets:

G. Rose. Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und Kaspischen Meere. Bd. I. 1837, pp. 302—352.

E. Hofman. Materialien zur Anfertigung geologischer Karten der Kaiserlichen Bergwerks-Districte des Ural-Gebirges. 1870, pp. 177—218.

S. Koutkievicz. Compte rendu des recherches géologiques exécutées le long du chemin de fer des mines de l'Oural (en russe). Journal des Mines. 1880, t. II, p. 325.

Th. Tschernyschew. Recherches géologiques dans l'Oural, faites en 1888 (en russe). Bulletins du Comité Géologique. Vol. VIII, 1889, p. 121—143.

A. Krasnopolsky. Compte rendu préliminaire des recherches géologiques dans les domaines Werkhné-Tourinskaïa, Nijné-Tourinskaïa et Bisserskaïa (en russe). Bulletins du Comité Géologique. Vol. IX, pp. 177—191.

A. Krasnopolsky. Compte rendu préliminaire des recherches géologiques dans les domaines Pétrokamensk et Werkhné-Saldinsk (en russe). Bulletins du Com. Géologique. Vol. XI, pp. 105—115.

M. Démidow, propriétaire du district minier de Nijni-Taguil, l'un des districts métallifères les plus vastes et les plus riches, a engagé, vers 1830, le célèbre géologue Le Play à faire la carte géologique et la discription détaillée de ses domaines. L'administration des mines possède actuellement une carte géologique manuscrite, le travail de Le Play n'ayant pas été imprimé, basée sur les explorations de ce savant et complétée par des recherches ultérieures.

La feuille 137, à l'échelle $^1/_{420000}$, publiée par la section topographique de l'Etat-Major, pourra servir de guide dans l'itinéraire que nous allons suivre.

Sous le rapport orographique, nous nous trouvons ici, comme dans les parties plus méridionales du versant est de l'Oural, en présence de deux régions essentiellement différentes: celle à l'est offre une série d'élévations qui, quoique se dirigeant généralement dans le sens du méridien, sont séparées par de profondes dépressions. La nature pétrographique des roches et leurs rapports mutuels se font cependant peu remarquer dans l'ensemble de la configuration de la région. Le même caractère orographique s'observe sur tout le parcours entre la limite du district de Nijni-Taguil et la station Asiatskaïa (d'Asie) dans le district Goroblagodat La structure de cette bande orientale est d'une grande variété, mais avec prédominance de roches massives éruptives, accompagnées de tufs et de brèches. Les schistes et calcaires métamorphiques n'y jouent qu'un rôle secondaire et ne forment que quelques bandes isolées, encaissées entre les roches massives.

D'un tout autre caractère est la région occidentale qui fait partie de l'Oural lui-même. Ici nous avons devant nous une chaîne de montagnes nettement dessinée, formée des roches cristallines *M*.

Pour s'orienter dans les particularités géologiques de notre trajet, nous ajoutons une petite carte géologique, tracée au $^1/_{420000}$ d'après les données recueillies par A. Krasnopolsky et l'auteur de la présente esquisse, et d'après les recherches des investigateurs antérieurs, rédigées par A. Karpinsky. Par cette carte on verra qu'à la composition de cette région prennent part des variétés de syénite, de nombreux représentants du groupe des gabbros, des roches à diallage et péridotites, des serpentines, porphyres et porphyrites, des brèches correspon-

dant à ces dernières, des schistes et calcaires cristallins et des marbres du dévonien inférieur.

La région des granites typiques, formés d'orthose, de microcline, de quartz et de muscovite, est située à l'est de la voie ferrée. Elle n'est pas entrée dans notre carte.

Quant aux syénites, développées surtout au sud de l'usine de Kouchwa, elles sont représentées sur notre parcours par des variétés amphibolique, augitique et diallagique. Tant par l'étendue de leur développement que par leur composition, les syénites sont étroitement liées avec les variétés du groupe des gabbros. Cette liaison est même si étroite qu'il est très difficile de les marquer sur la carte séparément.

Le rayon que nous décrivons appartient aux régions classiques: on y trouve tous les divers gabbros et leurs variétés (gabbros à olivine et sans olivine, gabbros ouralitiques, gabbro-diorites, amphibolites etc.), le passage de la structure parfaitement massive à la structure schistoïde, gneissique, la transition insensible des gabbros et des gabbro-diorites, par une série de phases intermédiaires, à des roches diallagiques et amphibolo-diallagiques, composées de seuls bisilicates. Ces passages ne s'observant non seulement dans un même affleurement, mais encore dans un même fragment de roche, on ne peut se refuser à l'évidence qu'il existe ici des combinaisons compliquées de la masse à feldspath avec celle sans feldspath que Reyer a proposé d'appeler „Schlieren". Comme un des points les plus instructifs pour l'étude de la structure des schlieren, nous indiquerons le massif situé dans le domaine de l'usine Barantchinsky dont les sommets sont connus sous les noms de Sinaïa, Tolstaïa, Golaïa, Nojowotchnaïa etc. Les mêmes roches constituent, sur la frontière des districts de Taguil et Goroblagodat, la montagne Magnitnaïa qui doit son nom à la faculté de ses roches de faire fortement dévier l'aiguille aimantée. Ce n'est d'ailleurs pas en Russie seule que ce phénomène a été constaté pour des roches dépourvues de magnétite en quantité notable [1]).

Les gabbros forment une large bande s'étendant dans le sens du méridien, à l'est des schistes cristallins qui forment l'Oural central et dont les affleurements longent le chemin de fer sur une grande distance.

---

[1]) A. Andreae et W. Koenig. Der Magnetstein von Frankenstein an der Bergstrasse. Abh. d. Senkenbergischen Naturforsch. Ges. Frankf. a. M. XV. 1888, 61—79.

E. Odonne et A. Sella. Contributo allo studio delle roccie magneticha nella Alpi centrali. Rendiconti R. Accad. de Lincei (4). VII, 100—104. 1891; Osservazioni et considerazioni sulle roccie magneticha. Ibid. 147—151. 1891.

Cl. Montemartini. Composizioni chimica et mineralogica di una roccia serpentinoza di Borsonasca (Riviera Ligure). Atti d. R. Accad. d. scienze di Torino. 35. № 4, 209—212. 1889—1890.

C. Folgheraiter. Origine del magnetismo nelle roccie vulcaniche del Lazio. Rend. Accad. Linc. Roma, 5. III. Gem. 2. Fasc. 2. 1894. 53—61; Distribuzione del magnetismo nelle roccie vulcaniche del Lazio. Ibid. Fasc. 4. 117—1222; Orientazione ed intensita del magnetismo permanente nelle roccie vulcaniche del Lazio. Ibid. Fasc. 5. 165—172.

Les serpentines, résultat de la transformation des roches à diallage et des péridotites, occupent la même région que les péridotites. Ainsi que dans les autres parties de l'Oural, la serpentinisation de ces roches et le passage des bisilicates à une matière bastitique y est en liaison avec l'intégration de masses de fer chromé formant parfois des amas d'une grande importance pratique, et avec la précipitation dans la roche de l'or et du platine.

Les porphyres, largement développés à l'est du chemin de fer, dans les domaines de Kouchwa et de Taguil, moins répandus à l'ouest, sont tantôt quartzifères, tantôt dépourvus de quartz (orthophyres). Sur la bande de terrain attenante à la voie ferrée, les porphyres quartzifères sont relativement peu développés. Les porphyres dépourvus de quartz présentent un grand développement dans les limites des domaines de Kouchwa. Ce sont ces porphyres-ci qui constituent presque seuls les montagnes Blagodat (près de l'usine de Kouchwa) et Wyssokaïa (près de l'usine Nijné-Taguil). Nous y reviendrons plus bas, dans la description des excursions.

Quant aux porphyrites—augitophyres (Augitporphyrit), porphyres à ouralite, labradorophyres (Labradorporphyrit), diabasophyres (Diabasporphyrit) — elles ont un grand développement le long de la voie ferrée et sont accompagnées de leurs brèches et tufs correspondants. Les brèches sont formées de fragments de porphyrite, réunis par une matière également porphyritique. Les tufs offrent quantité de variétés, souvent nettement schisteuses, avec passage à des schistes verts (Grünschiefer); ils sont formés de fragments tantôt petits, tantôt gros, de porphyrite, de schiste siliceux, quelquefois de calcaire, de cristaux et de morceaux de plagioclase et d'augite, le tout soudé par un ciment calcareux, chloriteux ou porphyritique.

Les espaces occupés par les brèches et roches tufogènes cadrent à un tel point avec ceux du développement des porphyrites qu'il n'est possible de les marquer avec exactitude que sur une carte à grande échelle.

La bande des gabbros est bordée à l'est, comme nous l'avons dit, des schistes cristallins M de l'Oural Central. Dans cette partie de la chaîne, les roches schisteuses cristallines de l'arête du milieu sont refoulées, comme dans les parties plus méridionales de l'Oural, en pli anticlinal dissymétrique déjeté vers l'est, avec inclinaison plus douce des couches vers l'ouest.

Pour en finir avec les roches développées dans les limites des domaines de Kouchwa et de Nijné-Taguilsk, il nous reste à dire quelques mots des calcaires qui y affleurent en étroites bandes isolées, se dirigeant dans le sens du méridien, pincées entre les masses continues des porphyres, schistes verts, brèches porphyritiques et tufs. Ces calcaires sont tantôt de véritables marbres, tantôt ils sont fortement schisteux et se brisent difficilement sous le choc du marteau. Ils sont tous de l'âge du dévonien inférieur, témoin la faune qu'ils renferment, décrite par l'auteur de la présente esquisse dans la monographie gé-

nérale: „Die Fauna des unteren Devon am Ostabhange des Ural" [1]). Ce sont les formes suivantes: *Calymene sp.*, *Entomis pelagica* Barr., *Pleurotomaria kuschvensis* Tschern., *Pleur. ventricosa* Eichw., *Platyceras cultellus* Tschern., *Plat. elongatum* Hall., *Subulites uralicum* Tschern., *Euomphalus subalatus* Vern., *Oxydiscus scutiger* Eichw., *Murchisonia Demidoffi* Vern., *Merista passer* Barr., *Spirifer pentameriformis* Tschern., *Sp. kuschvensis* Tschern., *Sp. pseudokuschvensis* Tschern., *Atrypa kuschvensis* Tschern., *Atr. verrucula* Maur., *Atr. reticularis* Linn., *Atr. marginalis* Dalm., *Rhynchonella kuschvensis* Tschern., *Pentamerus parvulus* Tschern., *Pent. integer* Barr., *Pentamerus striatus* Eichw., *Pent. vogulicus* Vern., *Orthis pseudotenuissima* Tschern., *Callicrinus uralicus* Tschern., restes de *Receptaculites.*

Sous le rapport minéral, la partie de l'Oural que nous décrivons, est d'une richesse et d'une variété remarquable. En dehors des gisements bien connus de magnétite des montagnes Blagodat et Wyssokaïa, les différentes parties des domaines de Kouchwa et de Nijné-Taguilsk offrent toute une série de gisements de minerai de fer, les uns en exploitation, les autres intacts. Les excursionnistes prendront une connaissance détaillée du type de ces gisements à la visite des montagnes Blagodat et Wyssokaïa. Pour ce qui est du gisement de cuivre de la mine Médnoroudiansk, située à côté de l'usine Nijné-Taguilsk, nous en ferons la caractéristique sommaire dans la description des excursions. Là aussi nous parlerons du caractère des gisements de manganèse dans les calcaires du dévonien inférieur mentionnés plus haut.

Les cantons miniers de Nijné-Taguilsk (propriété de MM. Démidow) et de Goroblagodat (propriété de la Couronne) offrent un intérêt éminent dans l'étude des gisements de l'or et du platine. Les gisements d'or se présentent tantôt sous l'aspect de filons quartzifères et d'inclusions dans la roche-mère, tantôt sous forme de sables aurifères des types alluvial et éluvial. Les filons quartzeux traversent principalement des schistes métamorphiques, alors que les inclusions d'or ne se rencontrent que dans les porphyrites et les serpentines.

Ce sont surtout cette partie-ci de l'Oural et les parties plus septentrionales du district de Goroblagodat qui fournissent la platine, ce métal essentiellement russe. Depuis 1824, année de la découverte dans l'Oural des sables platinifères, les gisements restés jusqu'aujourd'hui les plus riches sont ceux de la région des rivières Martian et Tchaouch, dans la partie sud-ouest du district, et du bassin de la rivière Iss, dans le domaine de Nijné-Tourinsk. Jusqu'à ce dernier temps le platine se tirait exclusivement des sables. Mais depuis que l'on a constaté la présence d'inclusions de platine dans le fer chromé des placers et dans les blocs des serpentines à olivine, tous les géologues russes et étrangers sont d'accord pour reconnaître que c'est dans les péridotites et les serpentines, produit de leur transformation, qu'il faut en cher-

[1]) Mémoires du Comité Géologique. Vol. IV, № 3, 1893.

cher le gîte primitif. Ce fut en 1892 que des ouvriers découvrirent par hasard le premier gisement originaire de platine dans le système de la rivière Martian au district Nijné-Taguilsk. L'étude de ce gisement faite par le prof. Inostranzew est venue ensuite pleinement confirmer l'hypothèse première de l'existence, dans l'Oural, du platine dans une roche-mère.

Cette esquisse sommaire faite, nous passerons à la description de notre itinéraire et des excursions dans les districts de Nijné-Taguilsk et de Goroblagodat.

Itinéraire.

Après avoir quitté Ekathérinebourg, les excursionnistes entrent, près de la station Anatolskaïa, dans les limites du district de Nijné-Taguilsk. Comme l'indique notre carte géologique (pl. *A*) jointe au guide, la voie ferrée traverse successivement, entre les stations Anatolskaïa et Nijné-Taguil, une zone de gabbros plus ou moins dynamométamorphosés et une bande relativement étroite de syénites, pour couper ensuite, jusqu'à Nijné-Taguil, la région des porphyrites et des tufs qui les accompagnent, comprimés à un haut degré et passant à des variétés que beaucoup d'explorateurs de l'Oural ont cités sous l'appellation de schistes verts (Gruenschiefer).

Nijné-Taguilsk et la montagne Wyssokaïa.

Bibliographie:

Les ouvrages mentionnés plus haut de G. Rose et de S. Kontkievicz.
H. Müller. Berg- und Hüttenm. Zeitung. 1866, p. 185.
P. Iéréméew. Les minerais de fer dans les districts miniers de la chaîne de l'Oural. Journ. d. Mines. 1859, II, p. 313 (en russe).
— La martite de la montagne Wyssokaïa. Journ. d. Mines. 1881, t. IV, p. 438 (en russe).
A. Karpinsky. Aperçu des richssses minérales de la Russie d'Europe. 1878.

Nijné-Taguilsk, la localité minière la plus considérable dans l'Oural, propriété des heritiers de P. Démidow prince de San-Donato,rappelle plutôt une ville qu'un village par son aspect et le grand nombre de ses écoles et de ses églises. Le fondateur de l'usine de Nijné-Taguilsk fut Nikita Démidow, souche de la famille de ce nom, qui jouissait d'une grande faveur auprès de l'Empereur Pierre-le-Grand et qui a établi toute une série d'usines de fer dans l'Oural. La colonie minière est située des deux côtés de la rivière Taguil, à l'est de la station du même nom. La rivière s'approche de l'usine du côté sud. Retenue par une digue, elle y forme un vaste réservoir qui s'étend sur 12 kilom.

dans la direction du méridien. Plus bas que la digue, la Taguil fait un détour vers l'est et, à 6 verstes de l'usine, reçoit à gauche la Wyïa qui, également barrée, forme le bassin de la fonderie de cuivre de Wyisk. Dans le terrain relativement plat, occupé par les villages Taguilsk et Wyïsk, se dessinent nettement deux hauteurs: l'une, située à l'ouest, immédiatement derrière la digue, s'appelle Lyssaïa gora (Mont chauve), l'autre, plus considérable, la montagne Wyssokaïa (Montagne haute), est située à l'ouest du village et renferme les riches gîtes de fer magnétique qui approvisionnent les usines de Nijné-Taguilsk, Niéwiansky, Alapaïevsky, Werkh-Issetsky, Soukhsounsky et Révdinsky.

Pour faciliter l'orientation dans la structure géologique des environs de Nijné-Taguil, nous ajoutons une petite carte (fig. 1) indiquant les différentes variétés des roches constituantes de l'endroit.

La visite de la montagne Wyssokaïa sera l'objet de la première excursion dans les environs de Nijné-Taguilsk.

Des porphyres dépourvus de quartz, très variés dans la structure et par le rapport de la quantité des éléments constituants, sont la roche dominante de la montagne Wyssokaïa. On reconnaît dans ces porphyres le passage de la texture porphyrique typique à cristaux bien développés d'orthose et parfois de plagioclase et d'augite, d'une part à des syénites à augite ou ouralite holocristallins, d'autre part à des roches à orthose compactes. La corrélation intime des éléments combinés, de structure et de couleur diverses, se fait voir en partie par la structure rubanée ou tachetée de la roche offrant un bel exemple de la composition des „schlieren".

La composition des roches dont les principales parties constituantes sont l'orthose, la plagioclase et l'augite, varie selon le minéral qui y prédomine. Quelques-unes de ces roches, surtout les compactes, ne contiennent presque point d'augite et ne sont composées, à l'état frais, que d'orthose et de plagioclase. Vers le flanc abaissé des gîtes métallifères, et parfois au milieu d'eux, on observe un intéressant phénomène de transformation des porphyres et syénites, notamment leur enrichissement ultérieur et graduel par l'épidote, le grenat, la calcite, la chlorite, la biotite et la muscovite: les éléments constituants primitifs y sont successivement remplacés par d'autres (l'augite—par le grenat et l'épidote; l'orthose — par le mica; le plagioclase—par l'épidote etc.), de sorte que les roches nouvelles peuvent être appelées d'après les éléments qui les constituent: épidoto-grenatiques, calcito-grenatiques etc. Ces transformations se laissent surtout bien observer dans la portion de la montagne Wyssokaïa qui fait partie de l'usine de Taguilsk. Là, le mur des roches épidoto-grenatiques à gros cristaux bien développés de grenat renferme des couches de brèches dont la pâte, composée de feldspath et de calcite, englobe des fragments de porphyre, de porphyrite et de feldspath.

Les relations mutuelles des masses métallifères et des roches qui les accompagnent, indiquent qu'elles sont de formation simultanée et que les gîtes de fer magnétique se sont isolés du magme des roches à

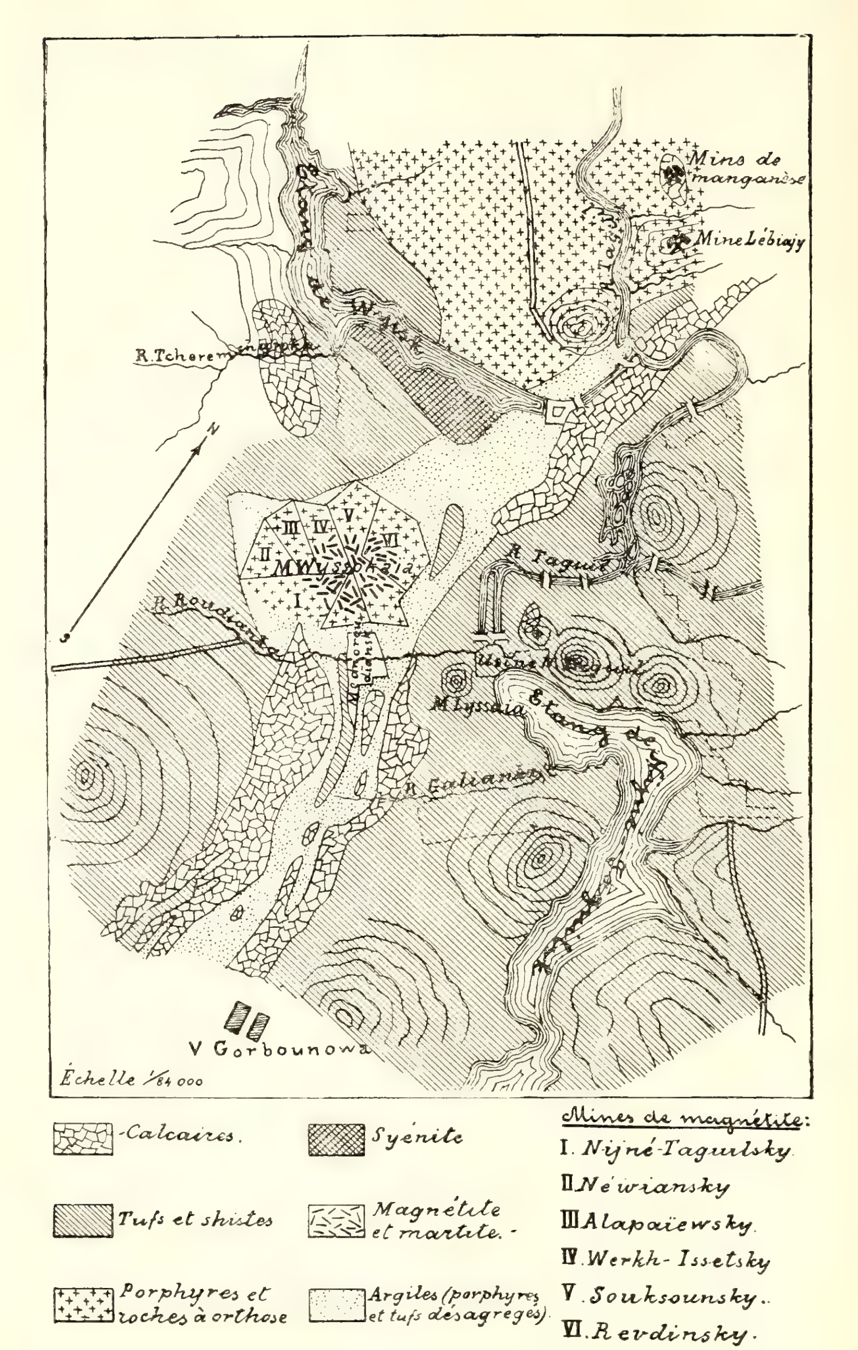


Fig. 1. Carte géologique des environs de Nijné-Taguilsk.

orthose. Le caractère des gîtes métallifères, filons irréguliers ou entassements, avec passage insensible à la roche encaissante, est représenté sur le plan schématique (fig. 2).

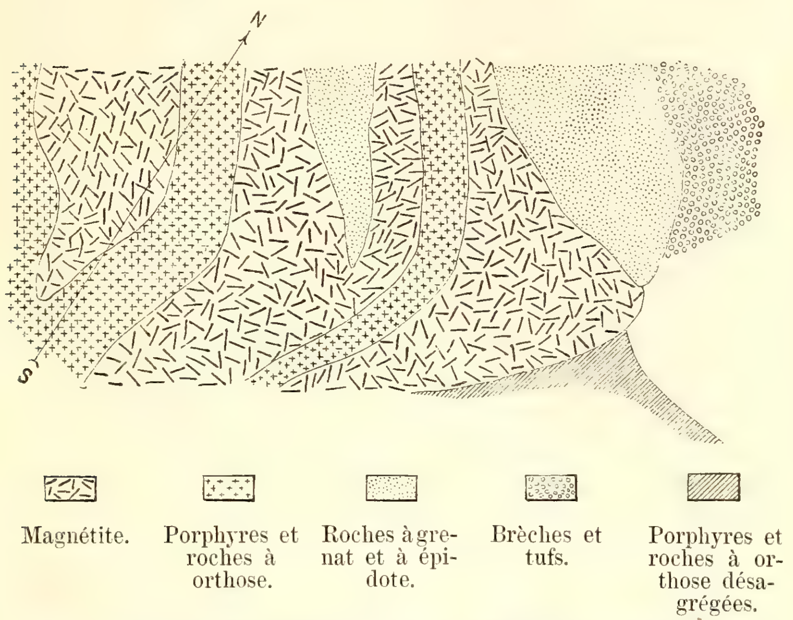


Fig. 2. Plan de la partie de la montague Wyssokaïa appartenant à l'usine Taguil.

Dans toute la montagne Wyssokaïa les masses du fer magnétique et des roches presque toujours nettement stratifiées qui les accompagnent, accusent un plongement général vers le SE et l'E. Ce schème se trouve cependant compliqué par des rejets et des failles, bien observables à l'extrémité ouest de la montagne, dans les terrains des usines Néwiansky, Alapaïevsky et Werkhissetsky, ainsi qu'à l'extrémité est, sur le terrain de l'usine Revdinsky. Ici deux failles, visibles en face, recoupent les puissants gîtes métallifères et les roches qui les encaissent en se rapprochant l'une de l'autre vers le bas. La première se dirige vers NW et le rejet semble s'être transmis sur toute la longueur de la montagne. Les relations entre ces deux failles sont représentées par le croquis schématique fig. 3.

Malheureusement l'absence d'une bonne carte topographique de la montagne Wyssokaïa ne permet pas d'en rendre la tectonique d'une manière aussi claire que celle de la montagne Blagodat.

Le terrain de Taguilsk est intéressant, comme nous l'avons dit plus haut, en ce qu'il permet d'observer les roches bréchiformes formant la base de la série des couches métallifères de la montagne

Wyssokaïa. Là aussi on peut se rendre compte de l'action désagrégeante qui se produit dans les roches à orthose et qui a pour résultat la formation d'épaisses couches d'argile blanchâtre, et rosâtre, englobant des blocs de fer magnétique. Le fer provenant de Wyssokaïa se distingue généralement par sa pureté et ses excellentes qualités métallurgiques. Très souvent on y observe le passage du fer magnétique à la martite, minéral très abondant à Taguilsk.

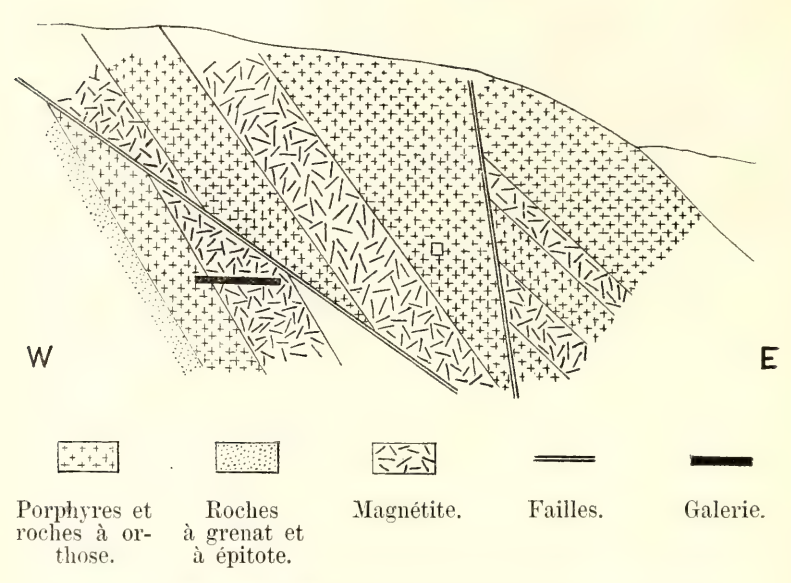


Fig. 3. Coupe transversale schématique de la mine Revdinsky.

Au nombre des minéraux extraits à Wyssokaïa nous citerons, outre la calcédoine de cuivre et le produit de son oxydation, l'asbolane et la rabdionite, formant par endroits de très minces dépôts sur les parois des fissures dans le fer magnétique et la martite. Les minerais de la montagne Wyssokaïa sont très pauvres en combinaisons phosphatiques (apatite) et présentent sous se rapport un assez grand contrast avec ceux des gisements de Lébiajaïa, situé à 5 verstes, tout au plus, au nord-est de Wyssokaïa.

Immédiatement après, au sud de la riche mine exploitée de Taguilsk, ont voit affleurer un calcaire siliceux blanc. On trouve de même, un peu plus loin, au sud du puits d'extraction des eaux de la mine de Taguilsk, des élévations d'un calcaire blanc grossièrement cristallin, aux formes arrondies, dues, on pourrait le croire, à l'action d'une eau courante. Ces calcaires forment la bande occidentale de ceux qui renferment les gisements de Médnoroudiansk dont nous allons donner la description.

Médnoroudiansk.

Gr. Mayer. Le gisement de cuivre de Roudiansk (en russe). Journ. des mines. 1876, t. III, 290—299.
G. Mayer. Ueber die Kupfererzlagerstätte Mednorudjansk am Ural. Oesterreich. Zeitschr. 1877, №№ 36, 37.
P. Gladki. Chemisch-geologische Bemerkungen über die Erzlagerstätten Mednorudjansk und Wyssokaja Gora bei Nischni-Tagil am Ural (en russe). Journ. des mines. 1888, t. I, pp. 96—123.
P. Iéréméew. Observations sur les gîtes cuprifères du versant est de la chaîne de l'Oural (en russe). Journ. des mines. 1859, t. IV, p. 76.
Müller. Berg- und Hüttenm. Zeitung. 1866, № 22,
A. Karpinsky. Aperçu des richesses minérales de la Russie d'Europe. 1878.

La mine de Médnoroudiansk, située au sud de Wyssokaïa Gora, offre un gisement métallifère très curieux, contenant tout à la fois du fer magnétique et du minerai de cuivre.

Avant de passer à la description du gisement même, nous dirons quelques mots des roches qui l'entourent. Comme le fait voir notre carte des alentours de Nijné-Taguilsk (fig. 1), deux bandes de calcaires s'étendent, vers le SSW, à partir du ruisseau Roudianka qui traverse de l'ouest à l'est l'espace occupé par la mine de Médnoroudiansk. L'extrémité nord de la bande occidentale aboutit, au bord sud de la mine de Taguilsk, sur la montagne Wyssokaïa. C'est entre ces bandes que se trouve le gîte de cuivre. Les roches enfermées entre les calcaires affleurent tout à côté de l'enceinte de la mine, à l'ouest de cette dernière. Là, aux bords de la mine et dans l'ancien cimetière, affleurent des brèches (tufs) composées de fragments de porphyrite, de diabase aphanitique, de schiste et de calcaire, réunis par un ciment argilo-chloritique imprégné de calcite. A 30 mètres au nord du bord septentrional de la mine (à 50 m. environ du puits nord), se trouve la portion de la montagne Wyssokaïa, dite Issetskaïa (Issetsky outchastok), où l'on exploite le fer magnétique à ciel ouvert. Ce terrain est traversé dans le sens du méridien par les brèches mentionnées plus haut.

Des brèches semblables et des tufs affleurent aussi à l'est de la mine de cuivre, dans les rues du village minier, tandis qu'au sud-est apparaît un calcaire compact gris formant comme de petites plates-bandes. Plus loin vers l'est, dans la direction de la montagne Lyssaïa, viennent se montrer les schistes verts et les brèches attenants au pied occidental de la montagne. Le Mont-Chauve lui-même est formé de porphyrites augitiques et diabasiques qui ont été soumises à une forte pression et plongent presque verticalement (environ 80°) vers l'ouest.

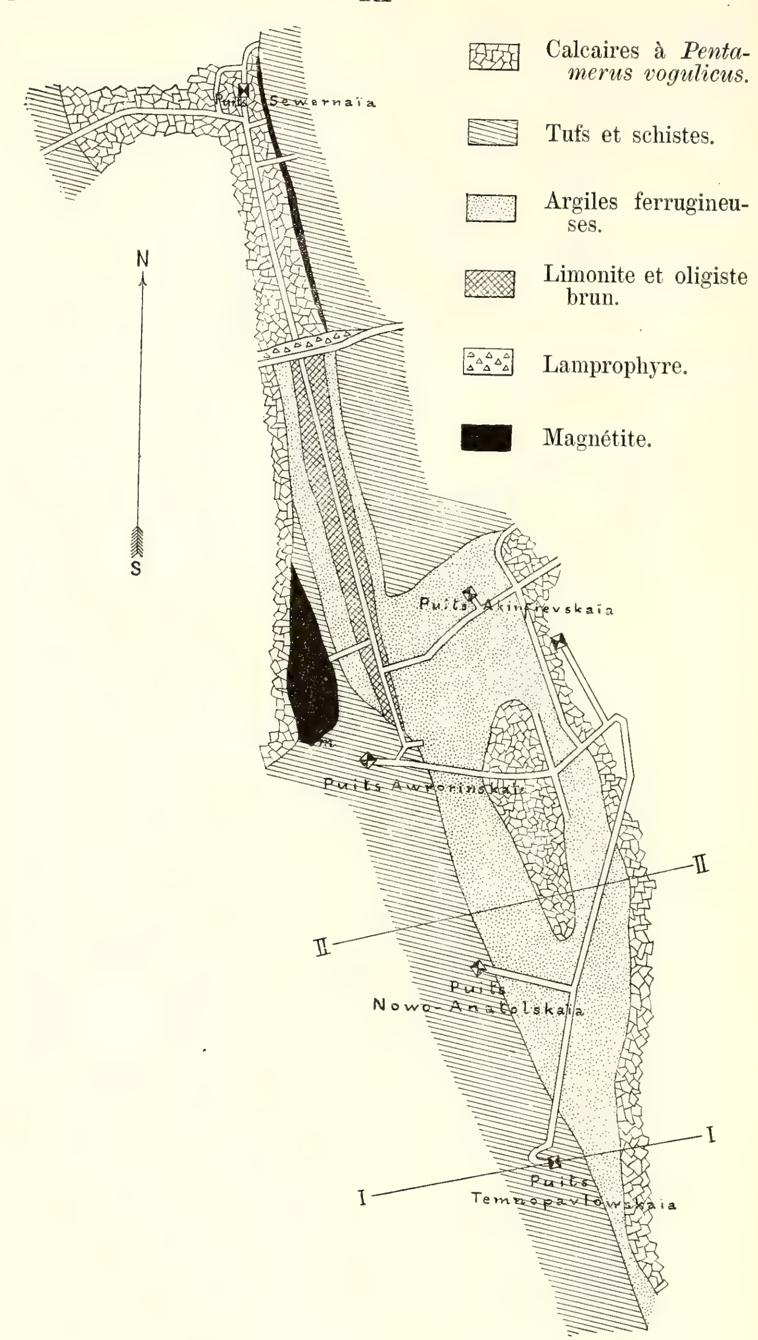
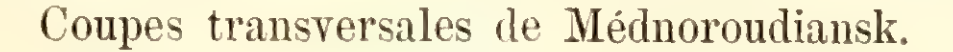


Fig. 4. Coupe horizontale de Médnoroudiansk au niveau de 93 sagènes.

Les relations mutuelles des roches renfermant les gîtes de Médnoroudiansk se présentent sous une forme bien plus compliquée si l'on examine les travaux souterrains qui, en plusieurs endroits, découpent obliquement la direction générale des couches. En se basant sur les données obtenues par les travaux miniers, il est possible de repré-


Coupes transversales de Médnoroudiansk.

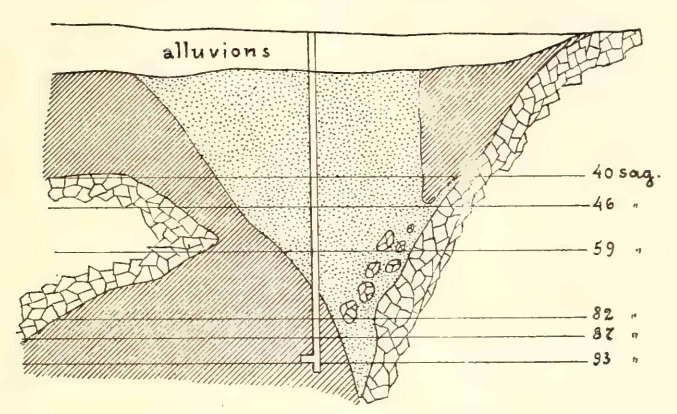


Fig. 5. Dans la direction de la ligne I.

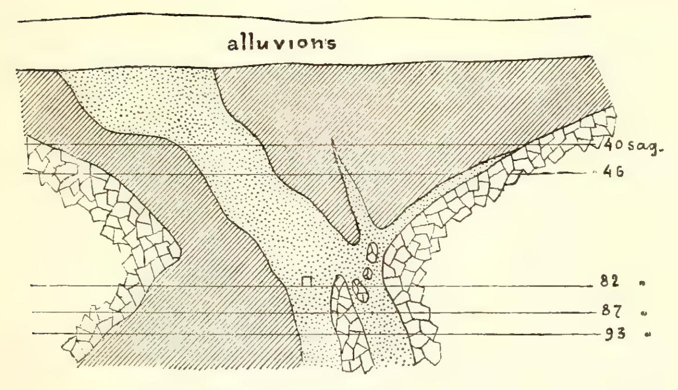


Fig. 6. Dans la direction de la ligne II.
Mêmes signes que la coupe horizontale (fig. 4).

senter le tableau général du gisement (fig. 4, 5, 6). La fig. 4 donne la coupe horizontale du gîte au niveau de 93 sagènes. Les figures 5 et 6 donnent la coupe transversale sur les lignes I—I et II—II, indiquées dans la fig. 4 [1]).

[1]) Les fig. 4, 5, 6 sont tirées de l'ouvrage de P. Gladki, Chemisch-geologische Bemerkungen etc.

Ces dessins font voir que les deux bandes de calcaire qui affleurent à la surface, se distinguent aussi dans les coupes des mines et qu'ils renferment les mêmes schistes verts et tufs mentionnés plus haut (cimetière). Comme l'ont montré les travaux souterrains, les schistes verts et les brèches des horizons les plus bas que l'on a atteints jusqu'ici, ont subi de forts changements sous l'influence d'agents hydro-chimiques et ont été transformés en produits secondaires. Ces changements ont surtout affecté la partie sud de la mine, nettement séparée de la partie nord par un puissant filon de lamprophyre, oblique à la direction générale du gisement. Le long du gisement s'aligne une bande d'oligistes bruns argileux et d'argiles, qui divise la série des roches de Médnoroudiansk en deux moitiés, l'une au nord-est, l'autre au sud-ouest. Dans la coupe verticale, les oligistes bruns et argiles se présentent comme remplissant un espace sous forme de fente, irrégulièrement bornée à l'est et à l'ouest, fente dans la direction de laquelle se serait produite la rupture des roches accompagnée d'un faille, si l'on admet l'hypothèse de l'ingénieur des mines Mayer, directeur de la mine pendant de longues années. De nombreuses surfaces polies, observées dans le toit et le mur de la fente, semblent venir à l'appui de cette conjecture. Les argiles jaune d'ocre (surtout dans les horizons supérieurs, travaillés encore du temps du servage [1]) sont riches en minerai de cuivre oxydé; des masses de malachite ont donné dans le temps une grande célébrité à ces mines de Médnoroudiansk. Outre la malachite, les argiles ont depuis longtemps attiré l'attention des minéralogues par d'autres oxydes de cuivre que l'on y trouve: taguilite, aspérolite, chrysocole et démidovite; la mélaconite, la cuprite, le cuivre natif etc. s'y rencontrent plus rarement. A leur contact avec les calcaires, les argiles deviennent plus riches en combinaisons de cuivre. Du nombre des autres combinaisons de cuivre, la chalcopyrite, se trouve dans la partie nord de la mine, le plus souvent imprégnée dans la magnétite, indiquée sur le plan de la mine (fig. 4) par la lettre *m*. La chalcosine et la cuprite se trouvent relativement en quantité assez rare, mais dans le voisinage du fer magnétique, près du puits Avrorinskaïa, les argiles prennent parfois, sur une grande distance, une couleur jaune ou d'un noir bleuâtre, conséquence d'un mélange d'une substance terreuse très riche en cuivre, connue chez les travailleurs indigènes sous le nom de calcédoine bleue. Selon l'analyse faite par N. Gladki, cette matière serait de l'indigo de cuivre ou de la covelline. Dans le voisinage des calcaires les roches métallifères s'enrichissent, comme nous l'avons dit plus haut, de combinaisons de cuivre. Dans l'enveloppe argileuse entourant le calcaire, on observe souvent d'abondants filets d'eau, et l'aspect corrodé du calcaire au contact des argiles métallifères en indique une dissolution constante, grâce à laquelle le calcaire devient poreux comme une éponge. Dans ces calcai-

[1]) Le bloc célèbre de malachite pesant 20,000 pouds a été trouvé en 1836, à la profondeur de 35 à 40 sagènes.

res corrodés il est facile de recueillir des fossiles, accumulés par endroits en grande quantité (*Pentamerus vogulicus* Vern., *Atrypa reticularis* Linn., *Murchisonia Demidoffi* Vern., *Pleurotomaria ventricosa* Eichw., *Euomphalus subalatus* Vern.

Pour terminer notre esquisse sommaire du gisement de Médnoroudiansk, ajoutons encore que l'ensemble de tous les faits connus nous porte à conclure qu'au contact des calcaires et des roches renfermant le gisement, il se produit une réaction chimique: d'une part s'opère la dissolution des calcaires et du résidu indissoluble il se forme leur enveloppe argileuse, d'autre part se fait le dépôt des combinaisons de cuivre. Le cuivre est apporté au lieu où se produit la réaction par les eaux qui lavent le calcaire.

Excursion à la mine de manganèse.

Pour arriver à la mine de manganèse, située au nord de l'usine de Taguilsk, il faut franchir deux fois la rivière Taguil. A la première traversée, les rives de la Taguil montrent les mêmes tufs plus ou moins comprimés dont les excursionnistes auront déjà pris connaissance en visitant Médnoroudiansk. Dans le village Wyissk, le long du chemin menant à l'église, affleurent des calcaires identiques à ceux de Médnoroudiansk. L'église s'élève sur ces calcaires. Un affleurement plus important des calcaires s'observe à la seconde traversée de la rivière. Là on voit nettement le rapport existant entre les calcaires et les brèches contenant de gros fragments de porphyrite et de schiste. Les calcaires plongent SW 115°—75°, appuyés sur des brèches qui apparaissent à l'ouest du chemin. A partir de ce pont, le chemin s'élève en pente douce jusqu'à la mine de fer magnétique Lébiajaïa. Le gisement est exploité dans deux vastes fosses. Le caractère du gîte est parfaitement analogue à celui de la montagne Wyssokaïa. Ici aussi le fer magnétique présente souvent des surfaces polies, résultat du frottement mutuel des couches lors de la formation des failles.

Malgré la forte teneur pour cent en fer pur, Lébiajaïa s'exploite en proportion moindre que Wyssokaïa, d'une part à cause des conditions défavorables d'exploitation, d'autre part à cause de la présence dans le minerai de mélanges nuisibles (calcédoine de cuivre et apatite) disséminés d'une matière assez inégale. L'apatite forme le plus souvent des masses compactes macroscopiques de couleur rouge qu'un œil peu exercé prendrait facilement pour du feldspath. En certaines mines on trouve parfois l'apatite combinée en proportion égale avec la magnétite.

A une distance d'environ une verste vers le nord-ouest de Lébiajaïa est située la mine de manganèse, découverte par l'ingénieur des mines M. Sapalsky. La mine est exploitée dans deux fosses dont l'une, celle du sud, ressemble à un profond ravin, allongé du nord-ouest au sud-est, tandis que celle du nord a des contours irréguliers.

La paroi méridionale de la fosse sud montre des calcaires gris clair et blancs—*a*—(fig. 7) plongeant vers le SW avec une inclinaison de 60° et contenant un grand nombre de *Atrypa kuschvensis* Tschern., *Spirifer kuschvensis* Tschern., *Sp. pseudokuschvensis* Tschern., *Entomis pelagica* Barr., tiges de crinoïdes et de coraux. Ces calcaires recouvrent une dolomie blanche—*b*—superposée à un calcaire marbreux—*c*—. Ensuite, en contact immédiat avec le calcaire *c*, vient le minerai de manganèse reposant sur des schistes jaunes, rosés et violacés qui affleurent dans la paroi septentrionale de la mine. Au nord des schistes apparaissent les mêmes calcaires que l'on voit au toit, criblés de tiges de crinoïdes et de coraux.

La seconde fosse fait voir les mêmes calcaires enclavant des schistes et le minerai de manganèse.

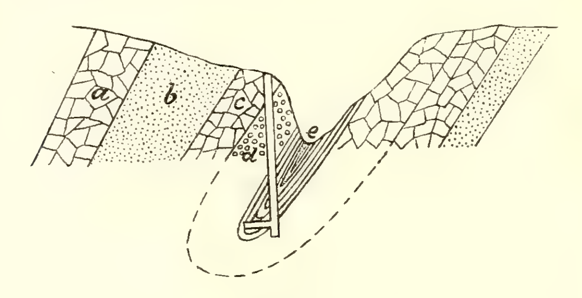


Fig. 7.

Il est à supposer que dans l'ensemble on a affaire, dans la première fosse, à un pli synclinal couché, des deux côtés duquel les calcaires se sont symétriquement disposés, enclavant les schistes (fig. schématique 7). On voit distinctement, malgré les éboulis, que les schistes sont pliés en concordance avec les calcaires qui les entourent. L'existence de ce pli est, de plus, constaté par le fait que le puits s'est enfoncé dans le calcaire, à une profondeur de 12 m., après avoir d'abord traversé les schistes et le banc de manganèse. Une galerie, creusée du puits principal vers le sud, a d'abord dû couper les calcaires avant d'entrer dans les schistes.

Ce gisement, ainsi que les autres que l'on a trouvés dans les limites de la région de Kouchwa, présente le minerai accumulé en nids et semble indiquer une certaine relation existant entre le minerai de manganèse et le calcaire du dévonien inférieur.

Le soir les excursionnistes retourneront à l'usine de Nijné-Taguil.

De Nijné-Taguil à Kouchwa.

A partir de la station Taguil et dans la direction de la station Laïa, la voie ferrée traverse, sur un parcours de 10 verstes, une bande



Mont Siniaia. Vue prise de l'usine Barantchinsky.



Mont Siniaïa. Affleurement des gabbros et des roches à diallage (Schlieren)

de porphyrites et de tufs correspondants, plus ou moins comprimés et transformés en schistes verts. De là, la voie se continue jusqu'au passage de la rivière Taguil, à travers une région de porphyres et de brèches porphyriques. Plus à l'ouest, entre le chemin de fer et la Taguil, les syénites occupent une grande étendue, affleurant le long de la rivière dans une série de rochers pittoresques. Les mêmes syénites sont coupés, sur une petite distance, par la voie ferrée après la traversée de la Taguil. D'ici jusqu'à la station Laïa et par delà, jusqu'à la station Barantcha, la voie traverse un développement de gabbros et de roches à diallage. A l'ouest de la voie, dans les confins du district de Goroblagodat, on voit se dresser un grand massif dont les sommets portent le nom de Golaïa (Mont nu), Tolstaïa (Mont gros), Nojovka (Mont scie). La montagne Siniaïa (pl. *B*) domine l'extrémité est du massif. Cette montagne offre des exemples extrêmement instructifs de gabbros et de roches à diallage à la structure des „schlieren". Souvent un même fragment de roche offre les combinaisons les plus variées de parties contenant le feldspath nettement observable, et de parties consistant presque uniquement en diallage et amphibole secondaire. On peut y recueillir une belle collection d'échantillons illustrant le passage graduel de la diallage à l'amphibole et, en même temps, le passage insensible du gabbro normal à un gabbro dioritique de structure gneissique rubanée plus ou moins franche.

Une route carossable assez mal entretenue conduit à la montagne Siniaïa. On s'y rend de la station Barantcha par l'usine Baratchinsky, d'où il ne reste plus que deux verstes à faire pour arriver au pied de la montagne. Sur les petites collines qui s'élèvent au sud de l'usine, on voit affleurer, des deux côtés de la route, des gabbros et gabbrodiorites de structure franchement gneissique. C'est sur ces roches aussi qu'est établie la route qui gravit la montagne Siniaïa. Il est à remarquer cependant que là les roches offrent tantôt une structure gneissique très nette, tantôt elles en sont totalement dépourvues. Le gabbro et le gabbro-diorite sont accompagnés de blocs épars de roches à diallage.

Les meilleures coupes de Siniaïa-gora s'observent dans des carrières abandonnées qui mettent en évidence la liaison intime des roches à diallage avec les gabbros. Les „schlieren" se montrent surtout bien sur les surfaces désagrégées où le gabbro gris tranche vivement sur la masse foncée et brillante des roches à diallage (pl. *C*). Que nous n'avons pas affaire ici à des filons de gabbro perçant la roche à diallage, résulte du fait qu'en brisant des fragments dans diverses directions, les parties consistant en gabbro se montrent étalées dans la masse et se confondant avec elle à un tel point que même au microscope il est impossible d'apercevoir de limite sensible entre les deux roches. La planche *C*, représentent la plus grande des carrières, fait distinctement voir les taches irrégulières de couleur claire (gabbro) ressortissant sur le fond foncé de la roche à diallage.

Le sommet de la montagne Siniaïa, connu sous le nom de „Kou-

driawy-Kamen" est presque exclusivement formé d'une roche à diallage à gros grain, chargée par places d'une quantité assez considérable d'olivine. Le gabbro y joue un rôle tout à fait subordonné. Le volume des éléments de diallage dans la roche du Koudriavy-Kamen varie, pouvant aller de la grosseur d'un pois jusqu'à un pouce et même davantage de diamètre. Au microscope on voit distinctement l'alliage micropertitique de la diallage avec l'ouralite. Le nom de Koudriawy-Kamen (Pierre-crépue), répond parfaitement aux contours capricieux des rochers dominant la montagne. Grâce à la séparation franche, les affleurements de la roche à diallage présentent des accumulations pittoresques de blocs parallélopipédiques, pareilles à celles que montre la planche *D*.

Du haut du Koudriawy-Kamen [1]) qui domine toute la contrée environnante, s'ouvre une magnifique vue sur les cimes du massif et un vaste panorama: au nord on aperçoit la montagne Katchkanar, les hauteurs enceignant l'usine Nijné-Tourinsky et la montagne Blagodat; au sud-est la vue s'étend au loin dans la direction de Laïa et de l'usine de Taguil; à l'ouest se dessine le relief de l'arête de l'Oural, s'écartant peu ici de la ligne du méridien.

Du Koudriawy-Kamen les excursionnistes retourneront à la station Barantcha, d'où ils se rendront à l'usine de Kouchwa. La structure de la région traversée dans ce parcours est indiquée sur la carte géologique jointe au guide (pl. *A*). Le long de la voie ferrée on ne voit point de bonnes coupes.

L'usine de Kouchwa et la montagne Blagodat.

Voir les ouvrages mentionnés de G. Rose, Hofman et Kontkievicz.

Helmersen. La montagne Magnitnaïa dans l'Oural septentrional (en russe). Journ. des mines. 1838, t. III.

Müller. Berg und Hüttenm. Zeitung. 1866.

Lessenko. Aperçu historique des recherches de la montagne Blagodat (en russe). Journ. des mines. 1875, № 5.

Mostovenko. Note sur les recherches de la montagne Blagodat (en russe). Journ. d. mines. 1873, № 1.

A. Karpinsky. Aperçu des richesses minérales de la Russie d'Europe. 1878.

Th. Tschernyschew. Recherches géologiques dans l'Oural en 1888. Bull. d. Comité Géolog, Vol. VIII, 1889, p. 121—143.

L'usine de Kouchwa, centre de l'administration du district de Goroblagodat, propriété de la couronne, est située au confluent de la Grande et de la Petite Kouchwa dont les eaux alimentent le bassin

[1]) Tous les samedis réunissent sur la Pierre-crépue la secte des „Soubbotniki" (sabbataires) dont les adeptes sont surtout nombreux à l'usine Barantchinsky.



Koudriawy Kamen.



Le Blagodat vu de l'est.

de l'usine. La partie ouest du village s'étend sur la vaste plaine basse de la Kouchwa, tandis que dans la partie est le terrain s'élève d'une manière notable vers la montagne Blagodat. Aussitôt après le village et même dans ses limites, on voit affleurer des porphyrites augitiques à gros cristaux d'augite, transformés parfois en ouralite. Au nord-ouest de l'usine de Kouchwa, on voit la porphyrite accompagnée de brèches qui contiennent de gros fragments, souvent à angles tranchants, de schiste rubané, de calcaire gris rosâtre et de quartz.

Une route parfaitement entretenue et longue d'environ 2 verstes mène de l'usine de Kouchwa sur la montagne Blagodat qui se détache nettement des hauteurs environnantes en s'étendant dans la direction nord-est. A l'ouest le Blagodat confine à une colline peu élevée qui porte le nom de Blagodatka (Petit-Blagodat) et qui est constituée par les porphyrites déjà mentionnées, à l'est—une petite rangée de collines, séparant le Blagodat du vaste marais Saldinskoïé.

Sur la ligne du méridien la longueur totale du Blagodat est d'environ 2 verstes. Sa hauteur est de 1154 pieds au-dessus du niveau de la mer et d'environ 500 pieds au-dessus du niveau de l'étang de l'usine de Kouchwa. Au sommet les pentes sont relativement raides, vers le pied elles sont plus douces. La montagne a deux sommets dont l'un, celui du sud, est plus haut, dominé par une chapelle et un monument en l'honneur du Vogoule Stepan Tchoumpin que la tradition dit avoir découvert les gisements de fer magnétique du Blagodat.

Toutes les mines sont concentrées sur la pente occidentale et la crête de la montagne (pl. *E*) et chacune d'elles est désignée par un numéro d'ordre. Autrefois on en comptait 13. Aujourd'hui les exploitations près de la crête sont réunies en une seule grande mine, principal lieu d'extraction du minerai [1]).

Les nombreuses coupes des exploitations permettent d'observer avec toute la netteté désirable les particularités des roches constituant le Blagodat, et la tectonique de la montagne.

La roche dominante de la montagne Blagodat. de même que celle de la montagne Wyssokaïa dans le district de Taguil, nous l'avons déjà dit dans l'esquisse générale, sont des orthophyres dépourvus de quartz, sur la pâte desquels tranchent des cristaux d'orthose et parfois de plagioclase ou d'augite. Ces porphyres offrent toutes les transitions possibles, tant aux syénites augitiques et ouralitiques à gros grains qu'aux roches à orthose parfaitement compactes, semblables par leur aspect extérieur, comme l'a déjà remarqué G. Rose, aux „Hälliflintä“ suédois. Les roches des deux montagnes affectent fréquemment la structure des schlieren. La microstructure, la prédominance de feldspath dans la pâte et parmi les éléments porphyriques, enfin la teneur notable en natrium, rapprochent la plupart des roches de la mon-

---

[1]) La carte de la montagne Blagodat, jointe à notre esquisse, est la copie diminuée de la carte composée par M. Tschernyschew en 1888. Les exploitations №№ 1, 2, 4, 5, 6 se sont aujourd'hui confondues en une seule mine.

tagne Blagodat [1]) du groupe des porphyres augitifères sans quartz que, d'après M. Gümbel, on a nommés cératophyres.

Dans le Blagodat, de même que dans la montagne Wyssokaïa, les orthophyres du côté abaissé des masses minérales s'enrichissent d'épidote secondaire, de grenat, d'analcime, de calcite, de chlorite et de mica, et passent à des roches épidoto-grenatiques, calcito-grenatiques etc. L'apparition de ces roches est en liaison avec la disparition des amas de fer magnétique, circonstance constatée par tous les travaux miniers exécutés dans le Blagodat.

Dans bien des cas, les roches du Blagodat portent des traces caractéristiques d'un remaniement mécanique qu'elles ont subi sous l'influence d'agents géo-dynamiques: l'écrasement des parties constituantes, leur déchirage, l'extinction nuageuse, le recourbement et la rupture des cristaux avec déplacement relatif des parties d'un même individu etc.

Les fers magnétiques du Blagodat se présentent sous l'aspect de minerais dits „rouges" et d'autres, dits „bleus". Les minerais bleus abondent en paillettes de chlorite verte, disséminées dans la masse. Près de la surface la chlorite est détruite et le minerai devient poreux et facilement fusible. Il va sans dire qu'à mesure que les travaux avancent en profondeur, le minerai rouge se remplace par du minerai bleu.

Dans la masse des minerais on rencontre souvent des cavités considérables dont les parois sont couvertes de cristaux bien formés de fer magnétique qui offrent des combinaisons de l'octaèdre et de l'hexoctaèdre (432 et 654), décrites par M. Ierofejew [2]). A côté des cristaux de magnétite on observe des cristaux de grenat rouge brunâtre sous forme d'icositétraèdre (211) ou de combinaisons de rhombododécaèdre (110) et d'icositétraèdre (211).

Les gisements de fer magnétique se rencontrent sur toute la pente orientale du Blagodat et jusqu'à son sommet, partout où il y a développement d'orthophyres. Les gîtes ne présentent pas d'allure bien précise: tantôt ce sont des masses sous forme de filons assez réguliers, tantôt des nids et des amas plus ou moins importants. On observe toujours que les masses en forme de filons réguliers se chargent graduellement de feldspath et passent insensiblement à une roche à orthose pure, dépourvue de magnétite.

Quant à la tectonique du Blagodat il convient avant tout d'attirer l'attention sur la séparation des roches en strates. Sur le flanc oriental les plans de séparation sont distinctement inclinés vers l'est et le sud-est. Au sommet, près de la chapelle, on peut voir les couches du porphyre rougeâtre nettement refoulées en pli anticlinal, avec inclinaison

---

[1]) Ce n'est qu'au pied oriental de la montagne, à l'est du travail № 8, que les sondages ont rencontré des roches foncées ressemblant le plus à des lamprophyres ou à des kersantites.

[2]) M. Ierofejew. Magneteisenerz-Krystalle vom Berge Blagodat (russe). Verhandl. d. Russ. Kaiserl. Mineralog. Gesellschaft. Bd. XVII, 2 Serie, p. 24.

CARTE GÉOLOGIQUE DU MONT BLAGODAT

Dressée par Th. Tschernyschew.

Nº 11
N
S
Nº 9
H
Nº 10
G
Nº 6
Nº 5
B
Nº 1
A
Nº 3
Nº 2
Observatoire
D
E
Nº 7
F
Nº 8

Roches à grenat et à épidote.	Porphyres, roches à orthose et syénites.	Failles observées.	Failles supposées.	Galeries.

des strates, près de l'observatoire et dans la mine № 3, vers le W. La direction générale du pli coïncide avec celle de la crête de la montagne. Les masses minérales dont la direction correspond à peu près à la direction du Blagodat, plongent en concordance avec les porphyres. Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans les détails de la constitution de la montagne; nous dirons donc seulement que ce schème simple est souvent compliqué par des failles se dirigeant dans le sens du méridien. La coupe transversale du Blagodat (fig. 8) en donnera

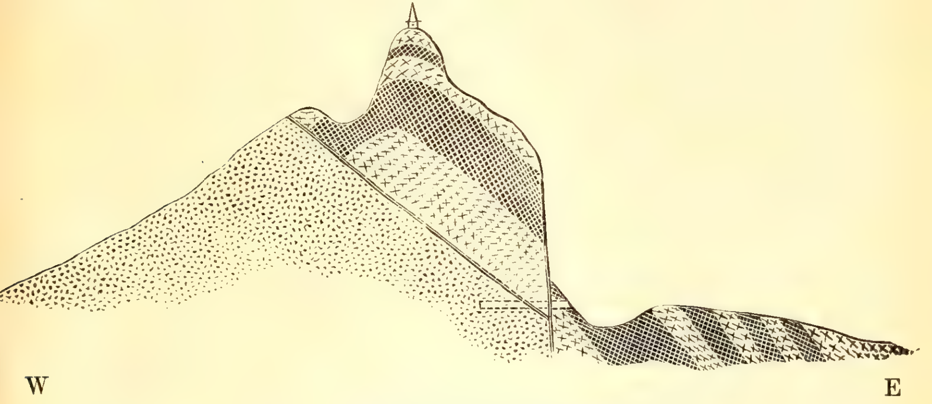


Fig. 8. Coupe transversale du Blagodat.

une idée. Grâce à une de ces failles (voir sur la carte, pl. F, la faille *D*), nous voyons une interruption dans le gîte principal de la grande mine de la pente orientale. Une autre grande faille (sur la carte la faille *E*) a causé le rejet des roches du mur du gisement (roches épidoto-grenatiques) jusque sur la surface de la pente occidentale de la montagne. Une deuxième série de fissures, celles-ci transversales, se dirige de l'E à l'W ou du SSE au NNW. Les rejets et les failles qui se sont produits dans ces fissures-ci (carte, *A, B, C, F, G, H*) s'observent très nettement dans la grande fosse et dans les mines № 8 et 9. Grâce à ces rejets, les différentes parties d'une seule et même série métallifère se trouvent repoussées vers l'est. Certaines données autorisent à supposer que les gîtes № 7 et 8 ne sont que des parties rejetées vers l'est du gisement № 2. De même, il est probable que le № 9 est la continuation du № 5 d'autrefois, rejeté vers l'est.

Les plis et failles se dirigeant dans le sens du méridien sont de date plus antérieure que les rejets et failles transversales. C'est pourquoi les roches à épidote et grenats, apparues sur le versant occidental lors du premier mouvement, ont été plus tard refoulées en plusieurs endroits jusqu'au pied de la pente orientale (Comparer la carte pl. F).

Les masses minérales ont subi les mêmes ruptures que les roches encaissantes. C'est la raison que l'on trouve des lambeaux de magnétite enfermés dans les brèches qui remplissent les fentes. Au même phénomène sont dûs les miroirs du fer magnétique, résultat du frottement mutuel des parois lors de la formation des failles.

Comme le fait voir la carte géologique (pl. *A*) un vaste développement de roches porphyriques pinçant d'étroites bandes de calcaire s'étend à l'est et au sud du Blagodat. Les calcaires contiennent une assez riche faune souvent bien conservée. Ce sont surtout les calcaires du dévonien inférieur (hercynien) le long de la rivière Kazanka et Izwestka, à une distance de 4 verstes vers le sud-est du Blagodat, qui abondent en fossiles. L'auteur de la présente esquisse en a décrit les suivants: *Calymene sp.*, *Entomis pelagica* Barr., *Pleurotomaria kuschwensis* Tschern., *Merista passer* Barr., *Spirifer pentameriformis* Tschern., *Spir. kuschwensis* Tschern., *Spir. pseudo-kuschwensis* Tschern., *Atrypa kuschwensis* Tschern., *Pentamerus parvulus* Tschern., *Pent. integer* Barr., *Orthis pseudotenuissima* Tschern.

De Kouchwa au faîte de l'Oural.

Après Kouchwa le chemin de fer se maintient pendant quelques verstes dans la direction nord, puis, avant d'atteindre la rivière Toura, il tourne brusquement vers le nord-ouest.

La carte jointe à cette esquisse (pl. *A*) montre presque sur toute l'étendue qui sépare Kouchwa de la station Asiatskaïa, le développement exclusif de porphyres accompagnées de tufs et de brèches. Les rives de la Toura, qui coule au nord de la voie ferrée, sont classiques pour l'étude de ces roches. Les brèches, composées de porphyrite, présentent un intérêt particulier. Sur la pâte, formée de plagioclase et d'augite et offrant une structure fluidale nette, se détachent des cristaux de plagioclase (labrador) et d'augite (en partie ouralite). Des fragments de diverse grandeur de porphyrite, de schiste rubané gris foncé, de calcaire siliceux et de quartz sont enchevêtrés dans la pâte. De gros fragments de schiste, parfois longs d'un mètre, qui sont englobés dans la porphyrite, indiquent le proche voisinage d'une masse continue de schistes ayant fourni les morceaux empâtés dans la brèche. Jusqu'ici on n'en a cependant trouvé qu'un seul affleurement, à gauche de la Toura, entre le confluent de la Grande et de la Petite Garevka.

A deux verstes environ vers l'est de la station Asiatskaïa (non loin du pont par lequel le chemin de fer traverse la Toura), la voie ferrée entre dans une région de gabbros fortement dynamométamorphosés à structure schisteuse nette. Ces gabbros comprimés s'observent aussi à l'ouest de la station. A la 197-me verste d'Ekathérinebourg commence la région des schistes indubitablement métamorphiques

(chloriteux et micacés) qui constituent la partie centrale de l'arête de l'Oural.

Au-delà de la station Ouralskaïa, située sur le faîte même, la voie ferrée traverse la Toura pour la dernière fois et va s'approcher des sources des rivières descendant la pente du côté de l'Europe et qui appartiennent aux bassins de la Kama et de la Volga [1].

---

[1]) Le monument historique portant d'un côté l'inscription „Europe", de l'autre „Asie", érigé au faîte de l'Oural sur la route qui mène de Kouchwa à l'usine Sérébrianka, reste à 20 verstes environ vers le sud de la ligne du chemin de fer.

X

CHEMIN DE FER DE L'OURAL[1])

PAR

A. KRASNOPOLSKY.

I. Du faîte de l'Oural jusqu'à la station Tchoussowaïa.

La voie ferrée franchit l'Oural à 426,1 mt. au-dessus du niveau de la mer, non loin des sources de la Liéwaïa Toura et du Tiskoss (affluent de la Koïwa) et à la distance de Perm de 255 verstes. Du faîte la ligne descend peu à peu le long du Tiskoss vers la rivière Koïwa ayant à la station Yévropéïskaïa (248-me verste) 375,3 mt., à Oust-Tiskoss (239-me verste) 299,2 mt., et sur le pont de la Koïwa (237-me verste) 285,7 mt. d'altitude absolue. Longeant ensuite la rive droite de la Koïwa, elle atteint près de la station Tioplaïa-gora (245-me verste) 237,9 mètres d'altitude absolue; de là elle oblique vers NW pour monter par une pente rapide sur une chaîne parallèle à l'Oural, où elle atteint à la 215-me verste le maximum de son élévation — 469,7 mètres.

La première tranchée à partir du faîte de l'Oural présente des schistes argileux et chloriteux dirigés dans le sens du méridien avec fort pendage vers l'est, alternant avec des quartzites micacés et des schistes graphiteux.

Une tranchée peu profonde sur la 249-me verste laisse voir des gabbros très altérés. Des deux côtés de la station Yévropéïskaïa il y a développement de schistes chloriteux d'un gris verdâtre. A 4 verstes de cette station, vers le nord, s'étendent le long de la Sévernaïa, affluent du Tiskoss, des placers assez importants qui reposent sur les schistes chloriteux plongeant NE 80° ∠ 50.

[1]) Le guide de la partie du chemin de fer de l'Oural qui comprend le trajet entre le faîte de l'Oural et Perm, de même que celle de l'embranchement de Lounievsk, a dû être fait sans aucun travail préparatoire, uniquement d'après les recherches exécutées vers 1885.

Des quartzites gris parfois friables, intercalés de schiste graphiteux désagrégé, sont mis à nu dans les tranchées des verstes 245 et 244.

Dans la tranchée suivante, assez longue, mais peu profonde, sur la 243-me verste, on voit d'abord des argiles jaunes et rouges talqueuses, puis des quartzites gris clair plongeant E $\angle$ 75°, enfin, au bout de la tranchée, des dolomies noires à grain fin, intercalées de minces filons de calcite plongeant en concordance avec les quartzites.

Sur la 242-me verste, le long de la rive droite de la Podpora (affluent du Tiskoss), à l'aval du pont du chemin de fer, on observe un affleurement de dolomies noires semblables à restes organiques mal conservés: moules de gastéropodes, *Cyathophyllum* sp. etc. Les mêmes dolomies sont développées au nord de là, aux placers de Krestowozdwijensk sur la rivière Poloudenka (affluent de la Koïwa) où elles forment le lit des placers devenus célèbres par les diamants qu'on y a trouvés [1]).

Plus loin, dans les tranchées entre la 242-me et la 240-me verste, ainsi que le long de la rive gauche du Tiskoss, se montrent des schistes argileux noirs plus ou moins altérés; dans la tranchée de la 240-me verste ces schistes plongent SW 75° $\angle$ 55°, alternant à l'entrée dans la tranchée avec des dolomies noires, à la sortie avec des quartzites micacés d'un gris foncé.

Sur la 239-me verste on voit près de la station Oust-Tiskoss des quartzites gris clair, inclinés vers le SW et interstratifiés de schistes chloriteux et argilo-chloriteux. Des schistes argileux ou argilo-chloriteux avec pendage plus ou moins fort vers WSW s'observent plus loin, au delà de la Koïwa, entre la 236-me et la 229-me verste, formant aussi des roches sur la rive de la rivière.

Sur la 230-me verste on aperçoit dans une forêt épaisse, un peu vers l'ouest de la ligne, les escarpements rocheux du Douplianoï-kamen qui n'est que la continuation méridionale de la Téplogorskaïa-sopka.

---

[1]) Le meilleur chemin pour arriver aux placers de Krestowozdwijensk est celui qui commence à la station Tioplaïa-gora, d'où ils se trouvent à une distance de 7—8 verstes vers le NE. Les diamants ont surtout été trouvés dans le vallon de l'Adolphe, affluent de la Poloudenka, à une verste environ à l'aval du village, et dans la vallée de la Poloudenka, dans les limites du village même. Le lit des placers est formé de dolomie noire qui présente un plongement fort vers NE; on y a trouvé à côté de beaux exemplaires de *Favorites Goldfussi*, *Phacops* sp. etc., des restes organiques assez nombreux,mais mal conservés de moules de gastéropodes, lamellibranches, brachiopodes etc. Vers l'est du placer les dolomies sont remplacées par les quartzites gris, les schistes argileux noirs et les schistes chloriteux qui constituent le rameau de l'Oural entre la Poloudenka et la Sévernaïa. Vers l'ouest ce sont des schistes talco-chloriteux qui les remplacent, apparaissant le long de la Koïwa à l'aval de la Poloudenka. Vers le nord il y a développement de schistes chloriteux (éminences dites Ouralskié-kolpaki) et vers le sud—de schistes argileux ou chloriteux et de quartzites; ces derniers affleurant sur la montagne plate Kalantcha que traverse le chemin qui conduit de la station aux placers.

Le train s'en approche plusieurs fois: sur la 228-me verste en face de l'usine de Tioplogorsk, sur la 225-me près de la station Tioplaïa-gora, sur la 224-me au-delà de la station. Douplianoï-kamen et Tioplaïa-gora sont constitués par des gabbros.

Dans les petites tranchées des verstes 223—215 on observe des schistes argileux et chloriteux.

Après avoir atteint sur la 215-me verste l'altitude maximale de 469,7 mètres, la voie ferrée suit quelque temps le faîte du partage des eaux des affluents gauches de la Wéjaï et des affluents droits de la Koïwa pour descendre rapidement, sur le parcours de 43 verstes, jusqu'à la station Pachya, à l'altitude de 293,4 mt.: ensuite, sur le parcours de 36 verstes entre les stations Pachya et Arkhipovka, le profil devient plus uniforme, variant entre 283,3 mt. (139-me verste) et 359,9 mt. (156-me verste). A partir de la station Arkhipovka la ligne descend par la vallée étroite de l'Arkhipovka à la rivière Tchoussowaïa; sur ce parcours de 15 verstes le profil s'abaisse graduellement et presque sans intervalle de 313,8 à 119,7 mètres.

Dans les petites tranchées entre la 215-me verste et la station Koussia on observe plusieurs variétés de schistes talco-argileux gris et talco-chloriteux gris verdâtre (verstes 213, 210, 207, 206, 201, 200, 196) plongeant plus ou moins rapidement vers SW, et traversés par des filons de quartz. Sur les verstes 213 et 205 on aperçoit entre les schistes des affleurements de diabase.

En parcourant la 205-me verste on voit près de la ligne, vers le nord, une montagne de peu de hauteur, Saranovskaïa-gora. Cette montagne, constituée par de la serpentine, n'est pas moins connue par les vastes gisements de fer chromique qu'elle renferme, que célèbre chez les minéralogues à cause des nombreux ouvarovites qu'on y a trouvés.

Dans les tranchées entre les verstes 189—185 on voit des schistes argileux noirs. Après la station Biélaïa on observe, dans la tranchée sur la 184-me verste, des grès gris clair à arkose et à grain grossier et, plus loin, des schistes argileux d'un gris verdâtre alternant avec des grès finement stratifiés. Les mêmes grès et schistes argileux gris clair, pliés vers NW, se voient dans les tranchées des verstes 183—178. Sur la verste 177-me on aperçoit des grès blancs à arkose et des quartzites gris clair fortement inclinés vers SW.

Au commencement de la verste 177 et sur le parcours des verstes 175 et 174 on voit des calcaires gris clair compacts ou gris foncé cristallins — D_2 — à *Cyathophyllum* sp.

La petite tranchée de la 173-me verste montre à son commencement des argiles ferrugineuses d'un rouge foncé et du minerai de fer argileux rouge et oolitique et, à la fin, des calcaires argileux gris clair ou jaunâtres compacts, par places cristallins — D_3 — à *Cyrthia Murchisoniana*, *Atrypa reticularis*, *Orthis striatula* etc.

Sur le parcours de la 170-me verste, près de la station Pachya, on voit des deux côtés de la voie des calcaires gris clair à grain fin — D_3 — identiques aux calcaires dévoniens supérieurs des environs de

l'usine Arkhanguélo-Pachyisky (au NW) et de l'usine Koussié-Alexandrovsky (au SE).

Au-delà de la station Pachya la ligne ferrée entre dans une région de développement de dépôts carbonifères qu'elle traverse jusqu'à la station Vsiéswiatskaïa. Les affleurements les plus intéressants de ce parcours sont: 1) une tranchée sur la 167-me verste, où l'on voit des grès quartzeux blancs, des schistes argileux gris foncé et des argiles grises carbonifères, intercalées de minces lits de houille; 2) une tranchée de peu d'étendue sur la 166-me verste, qui laisse voir des calcaires gris compacts ou à grain fin — C_1^2b — à *Spirifer mosquensis, Productus Cora, Pr. semireticulatus, Pr. Humboldtii, Chonetes variolaris, Fusulinella sphaeroidea* etc. Le reste du parcours jusqu'à la station Vsiéswiatskaïa ne montre que des affleurements très peu considérables de grès blancs quartzeux, à grain fin, et des argiles — C'_1.

Sur la 147-me verste, après la station Vsiéswiatskaïa, nous retrouvons les grès dévoniens schisteux gris verdâtre et plus loin, près de la rivière Polowinka, sur la 145-me verste, les grès blancs à grain fin qui appartiennent probablement à l'horizon C'_1. Dans la tranchée de la 142-me verste on observe de nouveau des grès dévoniens gris verdâtre, disposés presque verticalement dans la direction NW 145 et, dans la tranchée de la 141-me verste et des deux côtés de la 139-me, les grès C'_1, tantôt à gros grain, tantôt à grain fin. Dans l'espace entre ces deux derniers affleurements se montrent, dans la tranchée de la 140-me verste, les calcaires compacts ou à grain fin de couleur gris clair qui, en raison des observations faites le long de la Tchoussowaïa, sont rapportés à l'horizon C_1^2.

Dans la tranchée de la 138-me verste, dans les fossés près de la station Arkhipovka et le long de la ligne jusqu'à la 123-me verste on observe des alternances de grès gris verdâtre ou rougeâtre à grain fin et de schistes fortement refoulés vers NW 150°. Sur la 131-me verste ces schistes et grès dévoniens typiques sont séparés par une sortie de diabase qui forme une colline de peu de hauteur, appelée Chiche.

Sur la 123-me verste, près du pont de l'Arkhipovka, ces schistes sont brusquement remplacés par les calcaires de la section supérieure du système carbonifère C_2. Ces mêmes calcaires s'observent plus loin dans la première tranchée de la 122-me verste, tandis que dans la seconde tranchée apparaissent les calcaires C_1^2b à *Spirifer mosquensis, Prod. Cora, Pr. semireticulatus.* Dans la troisième tranchée et dans la tranchée de la 121-me verste, ainsi que sur la rive droite de l'Arkhipovka, près de sa jonction avec la Tchoussowaïa on voit les calcaires C_2 à *Fusulina Verneuili, Prod. Cora, Spirifer striatus, Streptochynchus eximiaeformis* etc. Les calcaires de la section supérieure du système carbonifère avec plongement vers NE enserrent, dans la tranchée de la 121-me verste, une assise peu épaisse de grès calcareux d'un gris verdâtre (avec restes de *Calamites* sp., épines de *Productus* etc.) interstratifié de conglomérat gris et d'argile sablo-schisteuse. La présence de ce grès permocarbonifère entre le calcaire du carbonifère su-

périeur plongeant vers NE, s'explique par un plissement renversé vers SW.

Les affleurements du grès permocarbonifère sont si peu considérables le long de la voie ferrée que pendant la descente rapide du train de la station Yermak il est assez difficile de les apercevoir. Les relations mutuelles des ces grès et du calcaire C_2 s'observent beaucoup mieux le long de la Tchoussowaïa, entre Arkhipovka et Wachkour. Les grès permocarbonifères qui renferment en abondance des restes d'Ammonées caractéristiques, y plongent NE 65° ∠ 35°, c'est à dire vers l'amont de la Tchousowaïa. Couchés directement sur le calcaire C_2 qui se montre au jour vers l'aval de la Tchoussowaïa, les grès permocarbonifères plongent vers l'amont sous ce même calcaire C_2 incliné en concordance qui, à son tour, disparaît plus loin sous les calcaires de l'horizon C_1^2 qu'on voit affleurer en remontant la rivière.

Vers le nord de la station Tchoussowaïa, située dans la vallée de la rivière Tchoussowaïa, on voit, dans un monticule plus ou moins couvert de verdure, des affleurements de gypse blanc subordonné aux dépôts permocarbonifères.

II. L'embranchement de Lounievsk.

Entre la station Tchoussowaïa et le pont de la Wilwa on observe le long de la voie ferrée des grès permocarbonifères, des conglomérats et des gypses. Quelques affleurements insignifiants de ces roches se montrent à droite de la ligne dans une petite colline près de la station (où l'on voit des gypses) et plus loin, sur la 3-me verste. Un bel affleurement de grès calcarifères gris jaunâtre — CP_g — s'observe, du côté gauche de la voie, sur la pente douce d'une élévation peu considérable sur laquelle est situé le village de l'usine de Tchoussowaïa. Cette colline, connue sous le nom de mont Yélowik, est constituée par des grès, remarquables à cause des nombreux restes végétaux bien conservés que l'on y trouve.

Sur la 5-me verste on voit près du pont de la Wilwa de petits affleurements d'un calcaire blanc — C_1^2 — à *Productus striatus.*

Depuis la Wilwa jusqu'à la rivière Tchornaïa la voie traverse la vallée alluviale de l'Ousswa et de la Wilwa; plus loin elle longe la Tchornaïa; bien que la contrée devienne de plus en plus élevée, on ne remarque pas d'affleurements jusqu'à la station Tchornaïa. Au-delà de cette station, sur la 20-me verste, on retrouve, à droite, les grès calcarifères gris jaunâtre CP_g accompagnés de conglomérats, plongeant SW 50° ∠ 65°. Les calcaires de la section supérieure du système carbonifère surgissent plus loin de dessous les grès qui les recouvrent directement en concordance de pendage. Entre les verstes 20—22 ces calcaires forment de part et d'autre de la Tchornaïa des escarpements élevés avec plongement vers SW 50—60° ∠ 50—70°. Sur la 22-me verste les hauteurs rocheuses de la rive gauche sont traversées par un tunnel.

Le percement de ce tunnel (long de 65 sagènes) un peu courbé aurait pu être évité, semble-t-il, par le creusement d'une tranchée et l'établissement d'un mur de soutènement, comme on l'a fait par exemple sur la 21-e verste. Les calcaires blancs, gris clair et gris foncé, qui s'étendent entre les verstes 20—22, sont très abondants en fossiles. Un arrêt de courte durée à n'importe quel point de ce parcours permettra de recueillir une riche collection de *Productus granulosus, Pr. longispinus, Pr. Villiersi, Sp. striatus, Camaroph. plicata, Conocardium uralicum, Columnaria laevis, Fusulina Verneuili, Polypora orbicularis* etc.

Au-delà du tunnel le chemin de fer suit la direction NW des calcaires C_2 qui plongent entre la 22-me et la 24-me verste vers SW 60° ∠ 60°, et entre la 26-me et la 29-me vers SW 60° ∠ 30°. D'abord il y a développement de calcaires d'un gris clair finement stratifiés, puis de calcaires compacts à *Fusulina Verneuili, Chonetes uralica, Prod. longispinus* etc.

Sur la 30-me verste ces calcaires se remplacent brusquement par des schistes d'un gris verdâtre et des grès dévoniens, plongeant NE 65° ∠ 80°; les mêmes schistes et grès s'observent plus loin dans la tranchée de la 31-me verste. Sur le parcours de la 32-me verste on voit des deux côtés de la ligne des grès blancs à arkose, probablement dévoniens; puis, pendant les deux verstes suivantes, les grès blancs friables C_1'; ces derniers plongent NE 65° ∠ 70° comme le fait voir la carrière à droite de la ligne sur la 34-me verste.

Près de la station Basskaïa il n'y a pas d'affleurements; plus loin, sur le parcours de la 38-me et de la 39-me verste, des puits montrent des argiles grises ou d'un gris jaunâtre — C_1' — intercalées de couches et de concrétions de silex. Sur les verstes 40, 41, 42, 43 on voit des grès blancs finement granulés — C_1' — plongeant vers le SW (carrières de grès sur la 41-me verste). Sur la 44-me verste on observe des calcaires blancs compacts — C_1^2a — à *Productus striatus, Pr. giganteus, Athyris planosulcata* etc. et sur la verste suivante des calcaires gris à grain fin — C_1^2b — à *Prod. Cora, Chonetes variolaris* etc. La tranchée près de la caserne sur la 46-me verste laisse voir des calcaires gris à grain fin — C_2 — plongeant SW 60° ∠ 30° et renfermant *Conocardium uralicum, Reticularia lineata* etc. La tranchée de la 47-me verste et, un peu plus loin, le vallon du Mokhowatik à droite du chemin de fer, font voir les calcaires gris compacts ou à grain fin — C_1^2b — à *Sp. mosquensis*, avec pendage vers SW 60° ∠ 15°. Des calcaires semblables renfermant des concrétions siliceuses et d'abondants fossiles (*Sp. mosquensis, Ch. variolaris, Pr. punctatus* etc.), s'observent sur le parcours des verstes 48—54, plongeant d'abord SW 60°, ensuite NE 60° ∠ 30°.

De grands rochers escarpés couverts de forêts qui se dressent à gauche de la ligne (55-me verste) entre le pont de l'Ousswa et la station, permettent de voir des calcaires—C_1^2a—à *Pr. striatus*; les mêmes calcaires affleurent en aval du pont sur la rive droite de la rivière. Près de la station Ousswa ces calcaires font place à des calcaires gris

plus ou moins finement stratifiés—C_1^2b—(à *Prod. Cora, Ch. variolaris, Fusulinella sphaeroidea*), avec plongement vers l'est très fort, mais à la fin de la 55-me verste on retrouve des deux côtés de la ligne les calcaires C_1^2a à *Productus striatus*.

La 56-me verste traverse de nouveau les calcaires C_1^2b, tandisque vers la fin de cette verste et presque sur tout le parcours de la 57-me on voit reparaître les calcaires C_1^2a plongeant vers SW; au bout de la verste ces derniers sont remplacés par les calcaires gris compacts C_1^2b plongeant également SW et renfermaut des concrétions siliceuses et d'abondants *Sp. mosquensis*.

En parcourant les verstes 60—62 on voit, des deux côtés de la ligne. de petits affleurements des calcaires C_2. Des affleurements plus considérables de ces calcaires le long de la 63-me et de la 64-me verste et. à gauche, dans la vallée de la Bérestenka, laissent voir des calcaires siliceux blancs ou d'un blanc gris à *Fusulina Verneuili, Camarophoria plicata* etc., plongeant SW 70° ∠ 30—40°.

Entre la 65-me et la 68-me verste la voie traverse une contrée sans affleurements, parsemée sur la 68-me verste de blocs de grès (C_1); les mêmes grès apparaissent dans la tranchée de la 69-me verste.

Dans la tranchée suivante et plus loin reparaissent les calcaires gris à grain fin C_1^2b, à *Sp. mosquensis, Ch. variolaris*, mais à la fin de la 70-me verste et dans les tranchées de la 71-me se montrent les calcaires blancs compacts ou finement granulaires C_1^2a à *Prod. striatus*, plongeant SW 75° ∠ 40°.

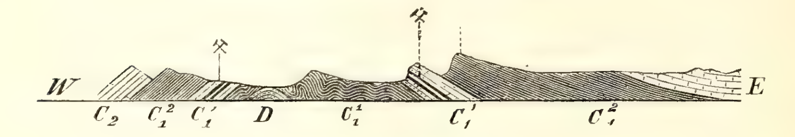
Au commencement de la 72-me verste on voit à droite de la voie des blocs de grès quartzeux $C_1^{'}$, à gauche, c'est-à-dire vers l'ouest, de petits affleurements du calcaire blanc C_1^2a. Dans les tranchées de la 72-me et de la 73-me verste et des deux côtés de la ligne il y a affleurement de calcaires—C_1^2b—gris clair, finement granulaires ou compacts. parfois siliceux, à *Sp. mosquensis*, plongeant SW 75° ∠ 50°. Plus loin. près de la station Kosswa, ces calcaires font place aux calcaires de la section supérieure du système carbonifère à *Fusulina Verneuili* etc.. avec plongement SW 75° ∠ 50°.

Des calcaires, en tout semblables aux précédents, affleurent à gauche de la ligne, sur la rive droite de la rivière Kosswa. De là la voie ferrée se dirige vers l'est en longeant la rivière et en croisant la stratification. Les calcaires C_2 qui se voient près du pont, sont remplacés dans la tranchée suivante (76-me verste) par des calcaires gris compacts C_1^2a à *Sp. mosquensis* émergant de dessous avec pendage SW 85° ∠ 50°.

Vers l'amont de la Kosswa on retrouve le calcaire de l'horizon C_1^2a à *Prod. striatus*, plongeant SW 75—85° ∠ 40—60°. Ces calcaires constituent de hauts rochers assez pittoresques sur la rive gauche—en face de la maison du gérant des mines de Lioubimow,—sur la rive droite. près de la forge des mines, et à la seconde tranchée de la 76-me verste. Vers la sortie de la tranchée les calcaires C_1a sont remplacés par les grès $C_1^{'}$, interstratifiés d'argiles, de schistes carbonifères et de houille, qui émergent avec pendage SW 80° ∠ 40°. Les mêmes grès affleurent

aussi sur la 77-me verste près de la sortie des galeries Iwanovskaïa, Nikolaïevskaïa etc. Les roches de cette suite carbonifère renferment le gisement de houille de Nijné-Goubakhinsk (mines de Lioubimow), découvert au commencement de ce siècle. Le gisement présente une série d'alternances de grès blancs quartzeux, finement granulaires, de grès gris argileux, d'argiles grises schisteuses, de schistes noirs charbonneux et de houille, le tout plongeant SW 80° ∠ 45—55°. Il y existe cinq

Mines de Lioubimow. Mines de Zakharovsky. Mont Krémennaïa.



couches de houille, mais on n'en exploite que deux: la couche supérieure, dite Iwanovsky (galeries Iwanovskaïa, Nikolaïevskaïa, Elizawetskaïa), épaisse de 4,6 m., est séparée en deux par un lit intermédiaire de grès argileux de 0,4 m.; la couche inférieure, dite Trophimovsky (galeries Ekathérininskaïa, Alexandrovskaïa) est d'une puissance de 1,8 m.

Depuis les mines de Lioubimow jusqu'à la station Goubakha et sur le parcours de la 79-me verste on n'observe aucun affleurement. La structure géologique de la contrée se laisse apercevoir dans la rive gauche de la Kosswa. A l'amont des mines de Lioubimow on y voit émerger de dessous l'assise des grès carbonifères C_1' des calcaires gris foncé C_1^1, intérstratifiés de minces lits de schiste argileux noir; ces calcaires fortement courbés, plongeant NW 165° affleurent aussi à l'aval de l'embouchure de la Liéwikha. Au-delà de l'embouchure de la Liéwikha, en face des casernes Lazarievskia, il y a affleurement, dans la rive gauche de la Kosswa, de calcaires—D_3—tantôt gris clair, tantôt gris foncé, compacts ou finement granulaires, formant un pli anticlinal peu incliné qui s'étend à peu près dans la direction du méridien. On y a trouvé *Goniatites intumescens, Gon. simplex, Orthoceros subflexuosum, Cardiola retostriata, Camarophoria rhomboidea* etc. Observons que des affleurements insignifiants de calcaire dévonien supérieur se trouvent aussi sur la rive droite de la Kosswa, au nord de la voie ferrée et à l'est de la rivière Kossaïa, dans les limites de la dernière (sixième) portion [1]) de la „Mine Commune de Goubakha"; observons aussi qu'à l'ouest de cette portion, ainsi qu'à l'ouest du ruisseau Kossaïa, des sondages ont rencontré des calcaires C_1^1 à *Productus mesolobus.*

Vers l'amont du pli mentionné du calcaire dévonien les escarpements assez élevés de la rive droite de la Kosswa (au commencement

[1]) Propriété des Demidow.

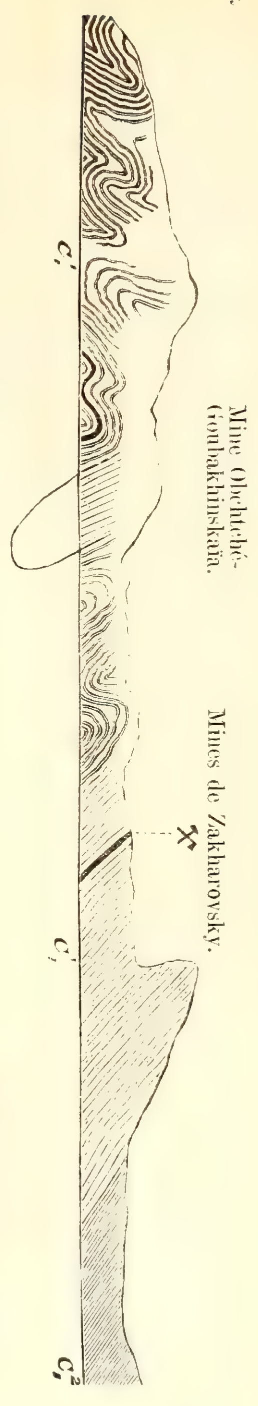
de la 79-me verste) montrent des calcaires gris à grain fin, plus ou moins grossièrement stratifiés — C_1^1 — à *Prod. mesolobus*; *Ch. Hardrensis* etc., intercalés de minces lits de schiste argileux gris. Ces calcaires, dirigés NW 175°, sont refoulés en plusieurs plis à flancs très inclinés, parfois presque verticaux. Les mêmes calcaires à *Prod. mesolobus* et *Ch. papilionacea* se voient très bien dans la tranchée suivante de la 79-me verste où ils présentent un pli anticlinal à flancs très inclinés, dirigé d'abord vers W avec plongement fort, puis vers NE 85° ∠ 75°.

Dans l'intervalle entre cette tranchée-ci et la troisième (79-me verste) on voit, à gauche de la voie, c'est-à-dire sur la rive droite de la Kosswa, de grands rochers escarpés, constitués par des calcaires C_1^1 pliés en forme de *S*.

La troisième tranchée présente ces calcaires C_1^1 (abondants *Pr. mesolobus* et coraux) refoulés en double pli au flanc occidental peu incliné (∠ 35°), au flanc oriental plus incliné (∠ 60°). Les couches plus ou moins épaisses du calcaire y sont interstratifiées de minces lits d'argiles schisteuses noires ou grises; vers la sortie de la tranchée les lits sont plus épais et l'argile devient charbonneuse.

Au-delà de la tranchée la voie longe une colline où l'on voit entre les éboulis des affleurements d'un grès quartzeux finement granulaire parfois ferrugineux, d'argiles charbonneuses grises ou noires et de schistes argileux. Vers le haut de la pente on voit les anciennes galeries de la mine de fer Obchtché-Goubakhinskaïa, abandonnée aujourd'hui. A la base de la colline, au bord même de la Kosswa, il y a une galerie de recherche qui paraît avoir eu pour but la reconnaissance de la couche de houille déjà découverte au siècle passé.

Dans la 4-me tranchée de la même 79-me verste on voit les calcaires gris foncé ou noirs C_1^1 à *Prod. mesolobus* etc. pliés dans la direction NW 170°, d'abord avec plongement E ∠ 25°, puis, dans le sens opposé, W ∠ 50°. Les couches de calcaire sont séparées par de



minces lits de grès quartzeux gris finement stratifié, et de schiste argileux gris foncé ou noir.

La tranchée suivante, au commencement de la 80-me verste, montre encore les calcaires gris à grain fin C_1^1 à *Productus mesolobus*, *Ch. papilionacea* etc. Ces calcaires dont le plongement est NE 80° $\angle$ 25° s'enfoncent directement sous les grès C'_1 qui les recouvrent en concordance parfaite et qui affleurent au débouché de la tranchée et plus loin, à droite de la voie ferrée.

La ligne se continue sur une demi-verste sans tranchée, ayant à gauche les mines de l'ing. des mines Zakharovsky, puis les travaux entrepris à la recherche de houille de Kizél, enfin de hauts rochers, constitués par le grès quartzeux blanc finement granulaire C'_1 plongeant NE 80° $\angle$ 23°.

Sur la rive gauche de la Kosswa les mêmes grès constituent la montagne Krestowaïa.

Le gisement de houille dans l'aile orientale du pli anticlinal de Goubakhinsk a été découvert en 1879 par l'ingénieur des mines Zakharovsky. Jusqu'ici on n'y a exploré que deux couches de houille dont la supérieure, Nikolaï, a $1^1/_2$—2 m. d'épaisseur, et l'inférieure, Warwara, 0,7 mètre.

Vers l'est les grès houillifères de l'aile orientale de ce pli sont remplacés par les calcaires gris foncé à grain fin ou compacts C_1^2a, qui les recouvrent directement plongeant NE 75° $\angle$ 25° et contenant *Pr. striatus*, *Pr. giganteus* etc. Ces calcaires sont mis à nu dans la grande tranchée à la fin de la 80-me verste et le long des deux rives de la Kosswa, où ils constituent des escarpements élevés: les montagnes Krémennaïa et Pechtchéra.

Les mêmes calcaires gris foncé C_1^2a à *Prod. striatus* se voient dans la petite tranchée près du poteau de la 80-me verste et, plus loin, sur la 81-me. Leur plongement est partout NE 75° $\angle$ 20°.

A droite de la 82-me verste il y a affleurement de calcaires gris $C_1^2 b$ à *Sp. mosquensis* plongeant E $\angle$ 10°. Ces calcaires qui forment le horizon supérieur de la section inférieure du système carbonifère. sont remplacés au bout de la 82-me verste par des calcaires blancs finement granulaires — C_2 — à *Camarophora plicata, Pr. granulosus* etc. Les calcaires C_2, blancs ou gris clair, parfois dolomitisés, plongeant NE 80° $\angle$ 20°, se voient aussi dans les petites tranchées suivantes et des deux côtés de la ligne entre les verstes 83—86.

Plus loin ils sont remplacés par les calcaires compacts gris clair $C_1^2 b$ à *Sp. mosquensis* qui se montrent dans les tranchées des verstes 87—90. Sur le parcours de la 90-me verste ils affleurent aussi à gauche de la voie, plongeant NE 75° $\angle$ 20°.

Sur la 91-me verste, près de la station Polowinka, il y a développement, des deux côtés de la voie, de calcaires blancs C_1^2a à *Prod. striatus*. Les mêmes calcaires apparaissent aussitôt après la station Polowinka dans de nombreux affaissements cratériformes, ainsi que près du village Polowinka sur la rive droite de la Goubachka (un peu au-

dessous du village ce cours d'eau disparaît pour ne reparaître que près de Kosswa).

Jusqu'à la 96-me verste il n'y a pas d'affleurement le long de la ligne. La grande tranchée de la 96-me verste montre des grès quartzeux finement granulaires C'_1 plongeant NE 80° ∠ 80°, intercalés d'argiles grises, jaunes ou noires.

Ici la voie ferrée tourne vers le nord et suit cette direction jusqu'à la 104-me verste en passant devant le village Artiémevka. Sur tout ce parcours on voit des fragments et des rocs de grès quartzeux C'_1.

Après avoir dépassé le village Artiémevka, on voit à l'ouest de la ligne, qui longe la rivière Poloudenny-Kizél, des argiles ocreuses jaunes ou rouges plus ou moins corrodées, renfermant des nids plus ou moins fréquents de limonite (mine de Kizél). Vers l'ouest de l'assise métallifère affleurent les couches presque verticales d'un grès quartzeux alternant avec des argiles interstratifiées de lits de houille, tandis que vers l'est, c'est-à-dire plus près de la Poloudenny-Kizél, il y a affleurement des calcaires C_1^2 *a à Prod. giganteus*. Ce calcaire se montre par exemple dans la 5-me et la 3-me portion (déliänka) de la mine de Kizél, sur la rive gauche de la rivière, au-dessus de l'église de l'usine.

Dans la petite et la grande tranchée de la 104-me verste on observe des calcaires gris finement granulaires—D_2—à *Pentamerus baschkiricus*, *Favosites Goldfussi* etc. qui semblent être la continuation sud de la montagne Chipitchnaïa que l'on voit s'élever au nord, derrière l'étang de la mine. L'affleurement de ces calcaires est peu considérable dans la grande tranchée, celle-ci entamant aussitôt des couches d'abord presque verticales, puis plongeant E ∠ 70°, de grès quartzeux finement granulaire blanc, gris clair ou teinté de fer — C'_1 — alternant avec des argiles diversement colorées.

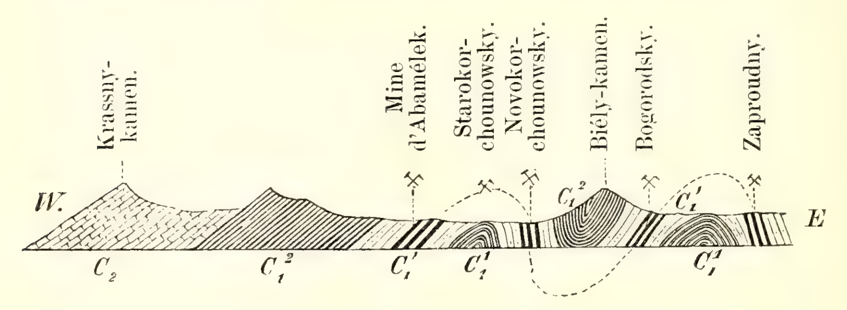
Bientôt après cette tranchée la voie traverse la Poloudenny-Kizél pour suivre la rive gauche de la Kizél; jusqu'à la station il n'y a plus de tranchées. — Remarquons encore que des calcaires C_1^1 à *Chonetes Hardrensis*, plongeant NW 120° ∠ 75°, affleurent au bord gauche de l'étang de la mine de Kizél, près de l'embouchure de la Poloudenny Kizél et de là, vers l'amont, sur la rive droite (vers l'est de l'église).

Près de l'usine même de Kizél, située sur la rive droite de la rivière du même nom, on voit des grès quartzeux plus ou moins finement stratifiés C'_1, dirigés avec un plongement presque vertical vers NW 175°. Ces grès contiennent des couches subordonnées de houille (épaisseur maxima 0,7 m.) exploitées autrefois dans la mine dite Zaproudny. Ce gisement de houille, découvert en 1790, est le premier qui ait été trouvé sur le versant occidental de l'Oural. Vers l'ouest, un peu en aval des hauts fourneaux, en face des écuries de l'usine, ces grès sont remplacés par des calcaires C_1^1 à *Pr. mesolobus*, gris foncé et très finement granulaires, le plus souvent grossièrement stratifiés et alternant partiellement avec de minces couches d'argile schisteuse grise. Ces calcaires plongent d'abord vers l'est; puis ils se replient en arrière avec pendage vers W jusqu'à 30°. formant de cette manière un pli

anticlinal. Ils occupent un espace peu considérable vers l'aval de la Kizél pour faire de nouveau place, en face de la scierie, aux grès quartzeux C_1' dans lesquels on trouve des couches de houille jusqu'à 1 m. d'épaisseur, avec pendage fort vers le W (Bogorodsky priisk). Les mêmes grès s'observent le long de la 106-me verste, après la station Kizél.

Sur la rive droite de la Kizél, à l'aval de la mine Bogorodsky, apparaissent des calcaires gris compacts ou finement granulaires C_1^2 *a* à *Prod. striatus* plongeant NW 105° ∠ 40°, qui constituent des rochers assez élevés, connus sous le nom de Biély-kamen (Pierre blanche). La continuation méridionale de ce calcaire s'observe le long de la voie, sur toute la 107-me verste.

Vers l'aval de la Kizél ces calcaires n'occupent pas plus d'une ½ verste: ensuite, après un plongement vers NW 105°, plus fort qu'au commencement, ils sont de nouveau remplacés par les roches de l'étage houillifère C_1'. Ce sont encore les grès blancs quartzeux, les grès argileux gris foncé, les schistes argileux gris etc. qui surgissent, renfermant sur la rive droite de la Kizél le gisement de houille de Novokorchounowsky. Les mêmes grès se trouvent du côté gauche de la Kizél, le long de la voie ferrée; on les y voit au bout de la 107-me verste plongeant SE 100° ∠ 50°.



Sur la rive droite de la Kizél les grès houillifères s'étendent depuis la mine de houille de Novokorchounowsky jusqu'à la mine d'Abamélek: sur la rive gauche les grès C_1' sont interrompus, entre ces deux mines, par un pli anticlinal du calcaire gris finement granulairé C_1^1 à *Pr. mesolobus, Ch. papilionacea, Cyatoxonia squamosa* etc., d'abord avec fort plongement vers SE 100°, puis NW 130° ∠ 25—35°.

Plus loin, sur la 108-me verste, ces calcaires sont remplacés par des grès quartzeux C_1' qui semblent les recouvrir. Les grès fournissent un bel affleurement, dans la tranchée en face de la mine d'Abamélek, tant de grès quartzeux finement granulaires que de schistes argileux gris ou noirs avec lesquels ils alternent.

La mine d'Abamélek sur la rive droite de la Kizél exploite 4 couches de houille, dont 3 épaisses de 1 mètre et une de 2 mètres, qui plongent tout à fait régulièrement vers NW 95° ∠ 20°.

Sur la rive droite de la Kizél, à une distance de moins de 200 sa-

gènes des galeries de la mine d'Abamélek, les grès houillifères plongent sous les calcaires C_1^2a compacts ou finement granulaires gris clair, par places gris foncé qui les recouvrent avec pendage vers NW 95° ∠ 40°. Ces calcaires, qui renferment de nombreux fossiles (*Pr. giganteus, Pr. striatus, Chonetes papilionacea* etc.), constituent sur la rive droite une série de rochers.

Ces calcaires, identiques à ceux du Biély-Kamen, sont remplacés vers l'aval de la Kizél par des calcaires C_1^2b à *Sp. mosquensis*, gris, compacts, interstratifiés de lits et de concrétions de silex, qui affleurent, plongeant W ∠ 35°, sur la rive droite près du point où la rivière tourne brusquement de W au S.

Encore plus loin, vers l'ouest, ces calcaires sont remplacés par ceux de la section supérieure du système carbonifère qui se montrent sur la rive droite de la Kizél dans le Krassny-Kamen (Pierre rouge).

Sur la 114-me verste le chemin de fer passe devant de beaux rochers de cette Pierre, constituée par des calcaires C_2 à *Camarophoria plicata, Pr. semireticulatus, Lithostrotion Portlocki* etc. plongeant NW 115° ∠ 25°. Le long de la voie les calcaires de la section supérieure du système carbonifère (des blocs) s'observent déjà au bout de la 111-me et de la 113-me verste. Sur le parcours entre les grès de la 108-me verste et la 111-me, on n'observe aucun affleurement.

Au commencement de la 115-me verste on voit dans une petite tranchée et dans la rive droite de la Kizél des calcaires gris siliceux—C_2'— plongeant NW 115° ∠ 20°. Un affleurement des mêmes calcaires C_2, habituellement riches en restes organiques (*Pr. Cora, Pr. semireticulatus, Camarophoria plicata, Fusulina Verneuili* etc.) s'observe plus loin près du pont de la Kizél, sur la rive droite et des deux côtés de la voie (verstes 116 et 117).

Sur la 118-me verste apparaissent des grès gris calcarifères CP_g. Les mêmes grès, alternant avec des schistes argileux, affleurent à droite de la voie sur la 119-me verste, près du village Kossaïa-gora, et dans la grande tranchée de la 120-me verste, où ils plongent vers l'E ∠ 10°.

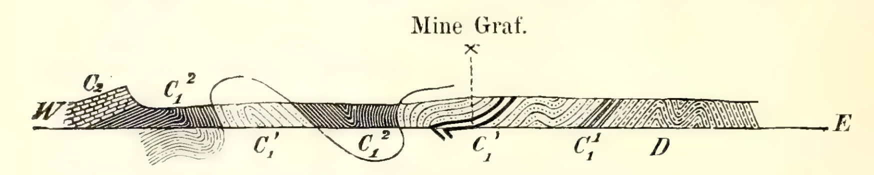
Après avoir quitté cette tranchée, la voie descend peu à peu dans la vallée de la Lytwa pour s'approcher de l'usine d'Alexandrovsk. Deux petites tranchées, l'une sur la 122-me, l'autre sur la 125-me verste, montrent les grès calcarifères gris CP_g.

Un embranchement du chemin de fer conduit de la station Alexandrovskaïa aux mines de houille de Lounievsk, ayant à gauche la rivière Lounva. Les 6½ verstes qui séparent la station Alexandrovskaïa de la station Lounievskaïa, offrent une pente presque continue de 62,4 m., sans tranchées considérables. La ligne est établie à côté du chemin carrossable qui mène de l'usine aux mines. Le seul affleurement des roches s'observe à 3 verstes de la station Alexandrovskaïa, sur la rive gauche de la Lounwa, à l'aval de l'embouchure de l'Iwanovka, où un rocher assez élevé, à droite de la voie, fait voir un calcaire C_2 plus ou

moins siliceux, plongeant NW 115° ∠ 15° (à *Fusulina Verneuili, Conocardium uralicum, Camarophoria plicata, Prod. semireticulatus, Spiriferina saranae* etc.).

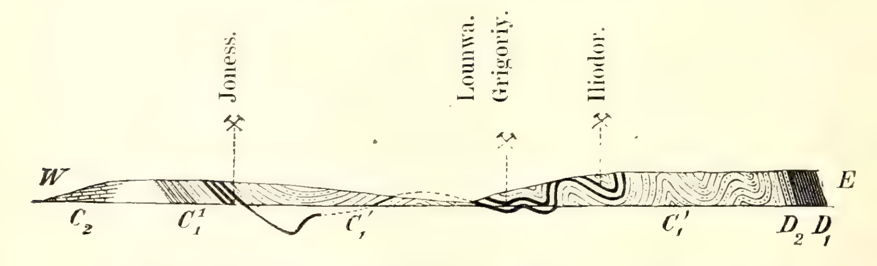
Plus loin ces calcaires affleurent aussi sur la rive droite de la Lounwa où ils forment les hauts escarpements boisés du Dyrowaty-Kamen (Pierre trouée) et des rochers assez pittoresques en face de la station. Ils y plongent NW ∠ 10—25° et renferment d'assez nombreux restes organiques.

Vers l'amont de la Lounwa, jusqu'à la fabrique de briquettes, il y a affleurement, sur la rive droite, d'un calcaire gris foncé compact ou très finement granulaire C_1^2 — à *Productus giganteus*. Plus loin ce calcaire est remplacé par des grès blancs quartzeux C_1' qui affleurent sur la rive droite de la Séwernaïa Lounwa (Lounwa du Nord), en face de



Coupe le long de la Lounwa du Nord.

la fabrique de briquettes, et se continuent en pli anticlinal, constaté par une série de sondages, jusqu'à la cour de triage, pour faire de nouveau place aux calcaires C_1^2 à *Prod. giganteus* plongeant vers l'est. Ces derniers calcaires s'étendent le long du tramway qui relie, sur la rive droite de la Sévernaïa Lounwa, la cour de triage à la mine „Graf", mais à 120 sagènes à l'aval du débouché de la galerie de cette mine. ils sont remplacés par des argiles, des schistes argileux et des grès C_1'.



Les mines „Graf, Grigoriy, Iliodor, Warwara, Joness" offrent un grand intérêt technique. D'après la puissance, la qualité et les conditions de gisement, les couches de houille des mines de Lounievsk peuvent être divisées en deux catégories: la première comporte les couches d'une épaisseur moyenne de 2 m., dites Nikitinsky, Andréievsky, Grassgovsky et première Grafsky: la seconde les couches épaisses d'environ 1 m., dites Anatolievsky 1-re, Anatolievsky 2-e, Grafsky 2-e et Nikolaïevsky. L'exploitation des mines a fait connaître une grande irrégu-

larité de la stratification, causée par un refoulement très fort et irrégulier des couches. Ainsi, par exemple, les couches Nikitinsky et Anatolievsky I (mine Grégoire) ne sont que la continuation directe des couches correspondantes Andréievsky et Anatolievsky II (mine Iliodor): les couches Grafsky I et II (mine Graf) correspondent probablement aux couches Nikitinsky et Anatolievsky, de même que les couches Grassgovsky et Nikolaïevsky (mine Warwara).

III. De la station Tchoussowaïa à Perm.

Près de la station Tchoussowaïa la voie ferrée traverse la rivière Tchoussowaïa (117 verste), pour se continuer, sur la rive droite, vers SW. Après avoir traversé la riv. Lyswa (104 verste), la voie se dirige, entre la Tchoussowaïa et la Koutamych, vers la rivière Sylwa qu'elle traverse à la 47-me verste. De là, longeant la rive gauche de la Sylwa, elle arrive à la Tchoussowaïa qu'elle suit jusqu'à la Kama. Sur la rive gauche de celle-ci elle atteint enfin la ville de Perm.

Sur tout ce parcours de 119 verstes les tranchées sont rares et peu profondes; n'entamant que des dépôts permocarbonifères, permiens et postpliocènes, elles sont assez uniformes et sans intérêt au point de vue géologique.

Entre les stations Tchoussowaïa et Lyswa, la ligne traverse une région de dépôts permo-carbonifères. Entre autres on voit des grès calcarifères d'un gris jaunâtre dans les petites tranchées des verstes 116 et 108 et des gypses, subordonnés à ces grès, dans la tranchée au commencement même de la 117-me verste.

Bientôt après la station Lyswa la voie s'engage dans le rayon des dépôts permiens. Dans les tranchées des verstes 95, 94, 92 (vallée du Jouravlik), 91, 62, 59, 55 (puits), 55—49, on observe des grès calcarifères finement granulaires d'un gris jaunâtre, plongeant d'abord faiblement vers le W, devenant ensuite horizontaux; ils alternent avec des argiles schisteuses ou des schistes argileux et des marnes grises sableuses.

Les tranchées de la 37-me et la 36-me verste, sur la rive gauche de la Sylwa, laissent voir des grès calcarifères friables gris (parfois verdâtres ou faiblement rougeâtres) et des marnes siliceuses grises qu'ils recouvrent.

De la station Liady jusqu'à la station Liévchino la ligne suit le coteau le long de la rive gauche de la Tchoussowaïa. On y voit sur la 32-me et la 27-me verste des grès calcarifères gris, des marnes grises par endroits siliceuses et, en bas, aux abords de la voie, des gypses; sur la 29-me et la 26-me verste on aperçoit des marnes grises finement stratifiées, alternant, au premier point, avec des grès calcarifères gris.

Des marnes semblables s'observent aussi plus loin dans le coteau, sur la 18-me verste. Un long affleurement de ces marnes grises, çà et là siliceuses — P_1^a — les montre recouverts (17-me verste) de grès calcarifères fraibles — P_1^b — alternant avec des argiles d'un rouge foncé.

Entre les stations Liévchino et Motowalikha la voie suit la rive droite de la Kama: des affleurements ne s'observent que sur la 12-me et la 11-me verste, notamment des grès calcarifères friables gris—P_1^b. Ensuite le chemin de fer entre dans la vallée de la Kama où il suit, pour la première et unique fois sur tout le parcours, une ligne droite de plus de 5½ verstes de longueur. La large vallée de la Kama y est bordée à l'est, à une distance de 1—2 verstes de la rivière, par une colline plus ou moins élevée, au bas de laquelle est établie la route postale de Perm à Solikamsk. En suivant cette route, on observe dans la pente de la colline, près de la rivière Yézowa, des gisements considérables de tuf calcaire abondant en restes végétaux.

Plus loin, entre les villages Malaïa-Yézowaïa et Motowilikha, il y a affleurement dans cette colline de grès gris, parfois rayés, friables, quelque peu calcarifères — P_1^a — couchés horizontalement et alternant avec des argiles marneuses d'un rouge brun et de minces strates de marne grise. Près de Motowilikha la colline est découpée par la profonde vallée des rivières Motowilikha et Iwa. Du côté droit de cette vallée, dans une colline connue sous le nom de Wychka, affleurent des grès calcarifères, verdâdres ou gris rougeâtre P_1^b, alternant avec des argiles marneuses d'un rouge foncé et de minces strates de marne d'un gris clair, le tout recouvert d'argile sableuse d'un brun jaunâtre et de galets.

A partir de Motowilikha et jusqu'à Perm, la rive gauche de la Kama forme avec affleurement presque continu, une pente au bas de laquelle est établi le chemin de fer. Ainsi que près de Motowilikha, on y observe des grès calcarifères plus ou moins friables de couleur verdâtre ou gris rougeâtre, alternant avec des argiles marneuses d'un rouge foncé ou grises, et recouverts de dépôts postpliocènes: argile plus ou moins sableuse d'un brun jaunâtre, sable argileux jaune ou gris et galets. Aux affleuremeuts près de Perm et de Motowilikha les couches permiennes montrent un plongement faible, mais parfaitement visible vers S 3°.

XI

DE PERM A NIJNY-NOVGOROD

PAR

A. STUCKENBERG, S. NIKITIN et W. AMALITZKY.

La Kama à partir de la ville de Perm jusqu'à son confluent avec la Volga

PAR

A. Stuckenberg.

La Kama qui coule de Perm à son embouchure par une assez large vallée, rejoint la Volga à une faible distance en aval du village Bogorodskoïé. Tout cet espace est en sa majeure partie formé de dépôts permiens dont les horizons les plus élevés appartiendraient, d'après l'opinion de plusieurs géologues russes, déjà au commencement de la période triasique. Le quaternaire n'y présente qu'un développement relativement restreint.

Les coupes du système permien (P) dans des rives de la Kama en laissent voir les trois étages. L'étage inférieur n'offre qu'un seul horizon moyen (P_1b), tandis que l'étage moyen (P_2) et le supérieur (P_3) sont plus ou moins complets. Les horizons les plus élevés de l'étage (P_3) sont parfois, comme nous l'avons dit, attribués au trias et dans ce cas tout l'étage supérieur est marqué par les lettres PT (par ex. sur les cartes du Comité Géologique).

L'étage inférieur (P_1b) est formé de grès gris ou d'un gris brunâtre, interstratifiés d'argiles plus ou moins marneuses de couleur rouge ou rouge brunâtre, abondant souvent en concrétions calcaires. On y trouve de très rares restes de conchifères, accompagnés de débris plus fréquents de plantes. Cette assise se montre d'une puissance de 70—80 m. dans les coupes près de Perm, Ossa, Ochansk, Sarapoul etc. et disparaît définitivement vers l'aval, près d'Elabouga.

L'étage moyen du système permien (P_2) se compose de calcaires, dolomies et calcaires marneux gris et renferme des restes organiques propres au zechstein de l'Allemagne. Il affleure en coupes incomplètes dans les rives de la Kama, entre son embouchure et le confluent de l'Ij. A Elabouga on le voit nettement superposé à l'étage inférieur (P_1b).

L'étage supérieur (P_3 ou PT) se montre entre Sarapoul et le confluent de la Kama, recouvrant parfois l'étage moyen. Il consiste principalement en argiles et marnes d'un rouge diversement nuancé, alternant avec des couches de couleur blanche, verdâtre ou grise. Les restes organiques (des conchifères) y sont très rares.

Les dépôts postpliocènes (Q_1) qui affleurent dans les rives de la Kama, sont représentés en partie par une terrasse fluviatile, en partie par des sédiments déposés dans le bassin caspien de cette période ou plutôt, ce qui est plus exact, dans une série de lacs qui étaient en communication avec ce bassin. Ces dépôts affleurent entre Tchistopol et l'embouchure de la rivière, de préférence dans la rive gauche. La terrasse postpliocène est composée d'argiles brun jaunâtre, auxquelles viennent parfois s'associer des sables. Les dépôts caspiens, à peu près de même nature que ceux de la terrasse postpliocène, sont plus sableux; ses couches contiennent d'assez fréquents restes de mollusques vivant encore de nos jours à l'est de la Russie. Les formes d'eau douce ou saumâtre sont parfois accompagnées de formes marines caspiennes. Çà et là on trouve dans les dépôts postpliocènes des ossements de mammouth et d'autres animaux de la même époque. Il n'y a relativement pas très longtemps que l'on a trouvé sur la rive droite de la Kama, en amont de Laïchew, le squelette assez complet d'un jeune mammouth; en aval de cette ville, dans le voisinage du confluent de la Kama avec la Volga, on a fréquemment trouvé des os isolés de mammifères postpliocènes.

La ville de Perm.

A Perm la rive gauche de la Kama permet de voir les couches de l'horizon supérieur de l'étage permien inférieur (P_1b). Ce sont des grès gris ou gris brunâtre, interstratifiés d'argiles plus ou moins marneuses rouges et d'un rouge brunâtre. Dans les coupes de la rivière, cette assise est partiellement recouverte par une argile plus ou moins arénacée, intercalée de sable passant çà et là à du gravier. Ces derniers dépôts appartiennent au postpliocène. L'assise permienne du voisinage de Perm contient des gisements en amas de minerai de cuivre, habituellement des grès cuprifères, exploités jusqu'à ces derniers temps. Le minerai était fondu à l'usine Motowilikha, située en amont de la ville. Entre cette usine et Perm, l'assise permienne affleure, dans la rive gauche, presque sans interruption. Les coupes d'une hauteur de 30 mètres montrent les mêmes trois couches que dans la ville.

L'horizon inférieur (P_1a) de l'étage permien inférieur peut être observé en amont de Perm, sur la rive droite, en face du confluent

de la Tchoussowaïa, dans une montagne dite Tchourbina. Cet horizon, des calcaires marneux gris en dalles, interstratifiés de gypse et de grès brun rougeâtre, y supporte l'assise P_1b composée de grès gris verdâtre, interstratifiés d'argile brun rougeâtre.

La basse et déserte rive droite, vis-à-vis de la ville, est formée de dépôts postpliocènes, sables argileux gris et gris brunâtre avec lits de galets et de dépôts récents. A une faible distance en aval de Perm, on voit ces sables superposés à l'assise permienne P_1b, dans la composition de laquelle entrent des grès partiellement cuprifères.

Embarcadère Nytwinskaïa.

Près de l'embarcadère, les dépôts permiens (P_1b) viennent se montrer dans la rive droite en aval du confluent de la Nytwa. On y voit affleurer:

Q_1.	Sable jaunâtre avec galets, jusqu'à	0,25 m.
P_1b.	Argile rouge brunâtre schisteuse, plus ou moins marneuse, contenant des concrétions calcareuses; la totalité des couches atteint .	3 „
	Grès gris, souvent schisteux, jusqu'à	0,5 „
	Grès gris avec minces couches et nids d'une argile schisteuse à restes végétaux (*Calamites Kutorgae* etc.), jusqu'à	6 „
	Conglomérat de galets: porphyres, granite, jaspe, quartzite etc.	1 „
	Grès gris passant au conglomérat, jusqu'à . . .	0,75 „
	Conglomérat de même composition que le précédent, jusqu'à	0,5 „

Okhansk.

En amont de la ville d'Okhansk, la rive droite de la Kama, en partie recouverte de forêts, permet de voir:

P_1b.	Argile schisteuse d'un brun rougeâtre, çà et là avec concrétions calcaires et lits intercalés de grès friable rougeâtre, jusqu'à . .	10 m.
	Grès gris et gris brunâtre, passant au conglomérat, jusqu'à	6 „

La plupart des maisons de la ville d'Okhansk sont disséminées sur une terrasse postpliocène, composée d'une argile brun jaunâtre, puissante d'environ 10 mètres.

Ossa.

Ossa est disposée à une faible distance de la rive gauche de la Kama, sur une terrasse postpliocène, formée d'une argile brun jauna-

tre d'une puissance de 8 à 10 mètres. Les couches permiennes n'affleurent qu'à 5 verstes de la ville, où elles sont représentées par un calcaire marneux gris intercalé entre des argiles de couleur grise et rouge-brunâtre. Ces couches appartiennent à l'horizon P_1b.

La rive droite, en partie boisée, montre en face de la ville plusieurs coupes de l'assise P_1b.

Embarcadère de l'usine Wotkinsky.

A proximité de l'embarcadère on voit, le long de la route qui vient descendre à la rivière:

P_1b.	Argile rougeâtre arénacée.		
	Grès gris, par places d'un brun rougeâtre, jusqu'à	8	m.
	Grès gris passant à un conglomérat, jusqu'à. .	2	„
	Argile schisteuse rougeâtre et gris verdâtre, jusqu'à	2	„
	Un horizon de source.		
	Argile schisteuse rougeâtre avec taches verdâtres, jusqu'à	50	„
	Grès gris surgissant de-dessous les éboulis et passant à un conglomérat, jusqu'à	5	„
	Argile rougeâtre, interstratifiée de lits d'argile gris verdâtre, jusqu'à.	5	„

Sarapoul.

A une faible distance en amont de la ville on voit apparaître, dans une coupe presque verticale, haute d'environ 30 mètres:

P_1b.	Grès gris brunâtre, jusqu'à	1,5	m.
	Argile rougeâtre	0,75	„
	Grès verdâtre	0,25	„
	Grès gris verdâtre passant à un conglomérat composé de menus fragments d'argile marneuse	1	„
	Grès gris verdâtre	0,25	„
	Argile plus ou moins marneuse, rouge ou rougeâtre, avec lits interstratifiés d'une argile gris verdâtre, jusqu'à	3	„
	Grès gris brunâtre, jusqu'à	0,5	„
	Argile schisteuse marneuse, rouge et rougeâtre, interstratifiée de grès	2	„
	Grès gris verdâtre.	1	„
	Grès gris brunâtre	0,5	„

Grès gris verdâtre.	0,75	m.
Argile marneuse rougeâtre avec lits interstratifiés de grès et d'argile verdâtre, jusqu'à .	1	„
Grès gris brunâtre	0,5	„
Argile marneuse rougeâtre	2	„
Grès gris brunâtre	0,75	„
Argile marneuse rougeâtre avec lits interstratifiés d'argile gris verdâtre.	1,25	„
Grès gris	0,75	„
Argile marneuse rougeâtre, interstratifiée de grès verdâtre, jusqu'à	2	„
Eboulis, jusqu'à.	8	„

Karakoulino.

La rive droite de la Kama montre près de Karakoulino une assise analogue, sous le rapport pétrographique, à celle de Sarapoul, quoiqu'on la prenne souvent pour l'étage supérieur du système permien et qu'on la désigne par les lettres *PT*. Dans les argiles marneuses du haut, rougeâtres ou d'un gris verdâtre, on a trouvé des restes de conchifères et des écailles de poissons.

Tikhia gory.

Près du village Tikhia gory affleurent les roches suivantes:

Argile rouge, interstratifiée de lits de grès gris verdâtre	4	m.
Grès brunâtre, interstratifié de marne grise, environ	1	„
Calcaire gris clair renfermant des morceaux de charbon fossile et des empreintes indistinctes de plantes.	0,5	„
Grès friable brunâtre, environ	1	„
Grès argileux gris brunâtre avec minces lits intercalés de charbon. Eboulis, jusqu'à . .	0,25	„
Calcaire gris clair à *Pseudomonotis garforthensis, Modiolopsis Teplofi, Productus Cancrini, Dielasma elongata* etc., jusqu'à . .	1	„
Eboulis, jusqu'à.	0,5	„
Calcaire blanc schisteux avec restes de *Lingula orientalis*, jusqu'à	3,5	„
Calcaire blanc finement stratifié, jusqu'à . . .	1	„
Eboulis, de dessous lesquels se montre par places une argile rougeâtre, jusqu'à	12	„

Ainsi, près de Tikhia gory commence à apparaître l'étage calcarifère moyen (P_2).

Elabouga.

Non loin d'Elabouga, vers l'aval, la rive droite de la Kama montre la coupe suivante:

		jusqu'à	
P_2.	Calcaire oolithique à *Productus Cancrini*, *Allorisma elegans* etc.	2,5	m.
	Calcaire stratifié rougeâtre ou gris verdâtre à *Lingula orientalis*	0,75	„
	Eboulis	1	„
	Calcaire siliceux gris		
	Calcaire gris, interstratifié de marne grise ou bleuâtre, à *Lingula orientalis*	10	„
P_1b.	Argile plus ou moins marneuse, rouge et gris verdâtre.	2	„
	Grès gris verdâtre	0,25	„
	Grès brun rougeâtre	2	„
	Eboulis, de dessous lesquels se montrent des argiles marneuses	4	„
	Grès gris verdâtre et brun rougeâtre, intercalé d'argile rouge	10,25	„
	Grès gris brunâtre	0,75	„
	Argiles marneuses rouges et grises, interstratifiées de grès gris brunâtre.	4	„

Sentiaki.

		jusqu'à	
P_3 (*PT*)	Argile rouge	6,5	m.
	Grès grisâtre et brun rougeâtre passant à un conglomérat	2	„
	Argile rouge avec lits intercalés de calcaire .	12	„
	Grès gris et brun	2	„
	Argile rouge, interstratifiée de calcaire rosé .	12	„
	Grès gris et brun	2	„
	Eboulis, de dessous lesquels se montre une argile brun rougeâtre	15	„
	Grès gris passant à un conglomérat.	4	„
	Eboulis	30	„
	Argile marneuse rougeâtre avec couches interstratifiées de couleur grise.	3,75	„
	Calcaire gris	0,25	„
	Marne charbonneuse avec restes végétaux . .	0,25	„
	Marne arénacée grise	0,5	„

Calcaire gris stratifié	0,5	m.
Marne gris avec minces lits charbonneux. . .	0,25	„
Calcaire gris stratifié	1,25	„
Calcaire gris à restes végétaux	0,5	„
Calcaire gris et gris bleuâtre à écailles de poissons	1	„
Marne gris verdâtre à restes végétaux. . . .	0,5	„
Eboulis	5	„
Calcaire gris à *Productus Cancrini*, *Modiolopsis Pallasi* etc.	15	„

Tchistopol.

Tchistopol est situé sur la rive gauche de la Kama. Dans la ville même on peut observer l'assise permienne et des roches postpliocènes. Les dépôts permiens sont mis à nu dans les coupes de la rive droite de la source Tamara. On y voit:

		environ	
P_3 (*PT*).	Marne rubanée de couleur rose	0,25	m.
	Marne rougeâtre interstratifiée de marne verdâtre.	0,25	„
		jusqu'à	
	Marne d'un blanc sale, avec couches rouges .	4	m.
P_2.	Marne blanche	3	„
	Marne gris foncé.	0,5	„
	Marne grise, interstratifiée de couches blanches.	12	„

Les dépôts permiens s'allongent de Tchistopol à Zmiéwo.

Les dépôts postpliocènes peuvent être observés par exemple à la rivière Berniajka, où affleurent:

		jusqu'à	
Q_1.	Sable jaune brunâtre à *Paludinidae*, avec minces strates d'argiles	3	m.
	Eboulis	6	„
	Sable grossier gris et brunâtre, avec fragments de roches permiennes et contenant *Paludina achatina*, *P. impura*, *Hydrobia caspia*	0,5	„
	Eboulis	6	„

A 3 verstes environ de Tchistopol, au nord du village Danaourovka, on voit:

		jusqu'à	
Q_1.	Conglomérat de fragments de roches permiennes, passant à un grès gris brunâtre, à *Paludina achatina*, *Dreissena polymorpha* etc.	4	m.
P_2.	Marne grise.	6	„

	Grès gris clair	0,25 m.
	Marne grise et verdâtre	2 „
	Grès gris	0,5 „
	Marne blanche	10 „
	Marne gris jaunâtre, avec restes de conchifères	2 „
	Calcaire blanc poreux	2 „
	Mince lit de houille.	
	Calcaire grisâtre à *Productus Cancrini* . . .	2,5 „

Ostolopowo.

A l'ouest du village Ostolopowo, situé sur la rive gauche de la Kama, à une vingtaine de verstes en aval de Tchistopol, on observe dans un ravin l'assise postpliocène suivante:

Q_1.	Argile brun jaunâtre, avec restes de *Cardium edule, Adacna plicata*	3 m.
	Sable gris et gris brunâtre	0,5 „ environ
	Argile brun foncé	0,25 m.
	Sable gris argileux	6,5 m.
	Sable gris jaunâtre à galets.	2 „

A la sortie du ravin des dépôts postpliocènes on voit apparaître les couches permiennes suivantes:

P_2.	Marne grise.	4 m.
	Grès friable jaune grisâtre	0,5 „
	Grès gris foncé	1,5 „
	Marne blanche avec lits de calcaire	3 „
	Calcaire oolithique à fossiles du zechstein . .	

Sorotchii gory.

Sur la rive droîte de Kama, à une petite distance vers l'amont du village Sorotchii-gory, on voit:

P_2.	Calcaire blanc salissant, interstratifié de lits de gypse	4,5 m.
	Calcaire gris jaunâtre, renfermant de nombreuses empreintes et moules de conchifères et gastéropodes	3 „
	Grès gris verdâtre à restes végétaux	0,75 „
	Marne gris verdâtre, gypsifère.	0,75 „
	Calcaire marneux gris	0,5 „
	Calcaire gris verdâtre à restes végétaux . . .	0,75 „

Calcaire marneux blanc jaunâtre.	0,25 m.
Gypse blanc et gris.	2,5 „

Laïchew.

Dans les ravins à proximité de Laïchew affleure une assise assez puissante des dépôts postpliocènes—sables avec lits de galets et d'argiles. Ça et là on voit cette assise (Q_1) superposée à des couches permiennes (P_3 et P_2).

La Volga entre la Kama et Nijny-Novgorod.

PAR

A. Stuckenberg, S. Nikitin et **V. Amalitzky.**

Sur le trajet entre le confluent de la Kama et Nijny-Novgorod, et sur une grande distance vers l'amont et l'aval, les deux rives de la Volga offrent un contraste orographique complet qui a de tout temps frappé les observateurs. Sauf quelques localités où le lit de la rivière détourne considérablement à gauche, la rive droite présente une suite continue d'escarpements et d'affleurements de roches primitives. La rive gauche au contraire forme une vallée alluviale qui, se déployant sur plusieurs kilomètres dans l'intérieur du pays, s'échelonne doucement en terrasses quaternaires. Là où les affluents de la Volga viennent s'unir au fleuve principal du côté gauche, leurs vallées se confondent en vastes espaces, semblables à des bassins lacustres, qui doivent leur origine à l'écoulement barré des eaux de neige et des fortes crues du printemps. Au confluent de la Kama, le cirque lacustre commence sur la Volga à 25 kilom. en amont de Laïchew et s'étend au sud jusqu'à Spassk et aux ruines de l'ancienne ville de Bolgary. A la jonction de la Kama avec la Volga, les eaux occupent aux mois de mai et de juin un bassin si étendu que du bâteau à vapeur il est parfois impossible d'en apercevoir les bords. Le niveau de l'eau est alors à 12—13 mètres au-dessus de son état normal. Mais au mois d'août les membres du Congrès verront les deux rivières rentrées dans leurs lits habituels; le niveau de l'eau aura atteint son minimum; il arrive parfois, dans cette saison, que les bâteaux à vapeur, se cherchant passage dans l'étroit chenal sinueux qui se déplace continuellement, échouent sur le bas-fond. Le bas niveau de l'eau y est surtout embarrassant vers l'amont, dans la direction de Nijny-Novgorod et au-delà.

Au point de vue géologique, les rives de la Volga comprises dans les limites de notre trajet appartiennent aux localités les mieux étudiées de la Russie. Leur description est surtout due aux géologues de l'université de Kazan. On trouvera les détails essentiels dans les travaux suivants:

N. Golovkinsky. Mat. pour la géol. de la Russie, publ. par la Soc. Min. St. Ptbg. Vol. I. 1869.
P. Krotow. Trav. Soc. Nat. Kazan, t. XI, liv. I. 1862.
S. Nikitin. Bull. Com. Géol. 1886, t. V. № 6.
B. Dokoutchaïew, V. Amalitzky, V. Sibirtzew. Mat. pour l'appréciation des sols du gouv. de Nijny-Novgorod. Livr. XIII; avec une carte géologique, 1886.
A. Netchaew. Trav. Soc. Nat. Kazan. t. XXV, livr. 3. 1893.
A. Stuckenberg, P. Krotow, A. Netchaew et autres. Carte géologique du gouv. de Kazan. 1893.

Dans les limites du gouvernement de Kazan la rive droite de la Volga est formée de dépôts permiens. Le système permien est représenté tant par l'étage moyen (P_2) que par le supérieur (P_3) dont les couches supérieures, classées par beaucoup de géologues russes dans le commencement de la période triasique, sont figurées sur les cartes (par exemple celles du Comité Géologique) sous le nom d'étage supérieur de marnes bigarrées ou étage tartarien (Nikitin [1]), et marquées par les signes *PT*.

L'étage moyen du système permien — le représentant du zechstein — se compose de calcaires et dolomies, partiellement de structure oolithique, avec couches interstratifiées de silex et gisements plus ou moins considérables, ou accumulations, de gypse. Cet étage, qui contient presque partout de nombreux restes organiques caractéristiques du zechstein d'Allemagne, surgit de dessous l'étage supérieur entre Bogorodskoïé (confluent de la Kama) et Kozlovka (en face de la rivière Ilét, à 30 kilom. en aval de la ville de Sviajsk).

L'étage supérieur, P_3 ou *PT* (étage tartarien), consiste principalement en marnes diversement colorées (rouges, rosées, blanches, verdâtres et gris verdâtre), accompagnées de minces lits de calcaire blanc, de argiles de couleurs variées et de grès. Cette assise très peu fossilifère ne contient guère que des conchifères.

Il y a une quinzaine d'années, l'opinion prédominait parmi les géologues russes que les couches des marnes irisées P_3 ou *PT* étaient des formations parallèles à une partie des calcaires P_2 avec passage à ceux-ci des marnes dans la direction horizontale. Aujourd'hui, grâce aux travaux du Comité Géologique et aux recherches récentes des géologues de Kazan, il est hors de doute que P_2 et *PT* sont des étages indépendants, couché l'un sur l'autre.

Les dépôts postpliocènes (Q_1) sont relativement peu développés sur la rive droite et n'affleurent que sur peu de points.

La rive gauche de la Volga (rive des prairies) ne montre nullepart de roches anciennes entre la Kama et Nijny-Novgorod. Le plus souvent on n'y voit que des sédiments récents. En quelques rares endroits on observe des dépôts postpliocènes, argiles et sables des ter-

[1]) Voir le guide II (De Moscou à Oufa). Coupe géologique.

rasses et, entre la Kama et la ville de Kazan, des dépôts lacustres caspiens.

Bogorodskoïé.

La rive droite permet de voir, près de l'embarcadère du village Bogorodskoïé, la stratification suivante:



P_3 (*PT*). Marne rouge clair et rouge brunâtre.
P_2. Marne gris verdâtre.
Calcaire finement stratifié gris, à taches brunes, contenant des moules de conchifères.
Grès friable brun avec strates blanches.
Marne grise finement stratifiée.
Eboulis.

Les couches qui sont ici cachées par les éboulis, se montrent à une faible distance en aval. On y observe:

P_2.	Calcaire grisâtre finement stratifié	0,75	m.
	Grès friable	0,75	„
	Marne grise	0,25	„
	Eboulis	2,5	„

Dans une saillie rocheuse se montrent, entre les affleurement précédents, les couches suivantes:

P_2.	Calcaire finement stratifié salissant, gypsifère .	0,5	m.
	Calcaire finement stratifié grisâtre, à restes de conchifères	2	„

Argile grise marneuse, interstratifiée de gypse et contenant de nombreux *Lingula orientalis*	0,5	m.
Calcaire oolithique gris, abondant en fossiles caractéristiques du zechstein	10,5	„

Un calcaire analogue à ce dernier affleure immédiatement sur le niveau de l'eau à 2—3 verstes en amont du village Bogorodskoïé.

Krasnowidowo.

Près de Krasnowidowo on observe au confluent de la Yanassalka la coupe suivante:



P_3 (*PT*).	Marne brune rougeâtre	0,25	m.
	Argile gris verdâtre	0,25	„
	Marne rouge claire	0,25	„
	Eboulis	0,5	„
	Marne brune rougeâtre	0,25	„
	Marne grise et rose	0,25	„
	Calcaire gris avec taches verdâtres	0,25	„
	Argile marneuse finement stratifiée	2	„
P_2	Calcaire blanc finement stratifié, salissant . .	4	„
	Eboulis, abondant en fossiles caractéristiques du zechstein.	2,5	„

Ouslone.

Dans un ravin près du village Petchistchi on peut observer la coupe suivante:

P_2 Calcaire blanc salissant à *Productus Cancrini* etc.	3,25	m.
Marne finement stratifiée brun grisâtre . . .	1	„
Calcaire blanc salissant	2,5	„
Argile brune, à restes de conchifères et gastéropodes.	0,25	„
Argile brune	0,25	„
Calcaire gris jaunâtre à petits conchifères et gastéropodes.	0,5	„
Argile brune	0,25	„
Calcaire finement stratifié salissant, gypsifère.	2,5	„
Calcaire grisâtre contenant de nombreux restes de conchifères et de gastéropodes. . .	—	„
Calcaire friable	0,5	„
Argile verdâtre à taches brunes, contenant des écailles des poissons et des ostracodes .	0,25	„
Calcaire grisâtre	4,5	„

Wiazowoïé-Kozlovka.

A 10 kilomètres en amont du confluent de la Swiaga et à 1,5 km. du village Wiazowoïé, on voit saillir en paroi continue les calcaires permiens P_2 et les marnes irisées qui les recouvrent. Ces affleurements s'alignent presque sans interruption vers l'amont, jusqu'au village Kozlovka, en montrant d'une manière très nette le rapport mutuel et la superposition des deux étages. Près de Wiazowoïé, les hauteurs sont occupées par le groupe typique marneux rubané et irisé PT qui s'abaisse approximativement jusqu'à 35 m. au-dessus du niveau normal de la Volga. L'assise calcaire P_2 qui vient plus bas, commence par un calcaire siliceux passant à une oolithe dolomitique gypsifère et silicifère, riche en conchifères et gastéropodes du groupe supérieur des couches du zechstein de Kazan et de Samara (P_2^c) [1]): *Macrodon Kingianum. Osteodesma Kutorgana, Modiolopsis Pallasi. Murchisonia subangulata, Schizodus obscurus, Leda speluncaria* etc.

Encore plus bas vient une alternance de calcaires tendres silicifères, blancs ou gris, masqués dans leur majeure partie soit par des éboulis, soit par des alluvions et du gravier fluviatiles. Cependant, près du niveau de l'eau, on voit affleurer des calcaires dolomitiques (P_2^d) renfermant des brachiopodes caractéristiques des horizons plus inférieurs du zechstein de Kazan et de Samara: *Productus Cancrini, Athyris pectinifera, Spiriferina cristata, Dielasma elongata.*

Cette faune se rencontre ici pour la dernière fois. Toute l'assise calcaire s'abaisse peu à peu dans la direction de Kozlovka et, à une distance de $1^1/_2$ km. en aval de ce village, nous rencontrons pour la

[1]) Voir le guide II (De Samara à Oufa).

dernière fois le calcaire oolithique (P_2^ϵ) à conchilifères et gastéropodes, à 5 mètres au-dessus du niveau de l'eau en été. Les coupes de la rive ne montrent plus que le groupe des marnes roses rubanées (*PT*).

Ce dernier groupe, variant pétrographiquement, mais conservant en général sa couleur rouge, sillonnée de bandes verdâtres, blanchâtres ou grisâtres, va nous suivre jusqu'à Nijny-Novgorod et se continuer bien plus loin au-delà de cette ville. Voici quelques-unes des coupes que l'on verra:

Tchéboksary.

A un kilomètre en amont de la ville, la rive droite de la Volga présente la coupe suivante:

Q_2. Argile brune	1	m.
P_3 (*PT*) Marne rose et rouge clair avec calcaire blanc salissant	1	„
Grès friable gris verdâtre	0,25	„
Grès friable gris jaunâtre, interstratifié de marne d'un rouge nuancé	10	„
Grès friable gris	8	„
Conglomérat	0,25	„
Marne rubanée, interstratifiée de grès d'un gris verdâtre, à *Palaeomutela solenoides*, *P. semilunulata*, *Oligodon Zitteli* etc. .	6,25	„
Eboulis	2	„

Cette coupe est divisée en deux moitiés dont l'inférieure, comprenant les six premières couches, est séparée de la supérieure par un petit intervalle.

Une coupe semblable s'observe à deux kilomètres en aval de Tcheboksary.

Kozmodémiansk.

La rive droite offre, à une verste vers l'amont de Kozmodémiansk, la coupe suivante:

P_3 (*PT*). Grès à grain grossier d'un rouge brunâtre .	10	m.
Eboulis, de dessous lesquels se montre une marne rouge claire, avec strates de grès gris et de calcaire blanc	26	„
Grès rouge brunâtre et grisâtre	1	„
Eboulis	25	„

A proximité de la ville on voit la partie inférieure d'une assise analogue, mais recouverte par des éboulis. Près de l'embarcadère des bâteaux à vapeur on observe:

P_3 (*PT*). Marne rouge claire, avec couches verdâtres et grises	15	m.
Grès gris clair	2	„
Marne brun rougeâtre, avec couches gris verdâtre	3	„
Grès friable gris brunâtre	1	„
Eboulis	1	„
Eboulis, de dessous lesquels apparaît une marne grisâtre	6	„

Les rives de la Volga entre Kozmodémiansk et Nijny-Novgorod.

La rive droite entre Kozmodémiansk et Nijny-Novgorod est formée de dépôts permiens supérieurs, mésozoïques et postpliocènes; les premiers de ces dépôts prédominent dans tous les affleurements et sont recouverts presque toujours par les derniers.

Le permien supérieur (P_3 ou *PT*) atteint une puissance de 100 m. et davantage. Il est développé en une série ininterrompue de couches: marnes, grès, conglomérats et, plus rarement, calcaire. La prédominance dans la série de tels ou tels dépôts permet d'y distinguer les horizons suivants, de haut en bas:

A. Argile et marnes avec couches interstratifiées de calcaire.

B. Sables et conglomérats avec marnes subordonnées.

C. Marnes avec sables et grès subordonnés.

D. Grès et sables avec marnes subordonnées.

E. Mêmes roches avec couches de calcaires et conglomérats.

Dans toutes les coupes les horizons *B* et *C* sont le plus nettement et le mieux exprimés; l'horizon *A* est dans la plupart des cas érodé; les horizons inférieurs, le plus souvent masqués par des glissements et éboulements, ne sont bien visibles que près des villages Issady, Barmina, Biélogorka. La faune est représentée par de nombreux mollusques conchifères du groupe des *Anthracosidae*, surtout des genres *Palaeomutela*, *Oligodon* et *Palaeoanodonta*, par de rares gastéropodes, *Estheria*, *Palaeoniscidae*, *Ceratodus*, *Stegocephali*. Les restes végétaux sont généralement mal conservés.

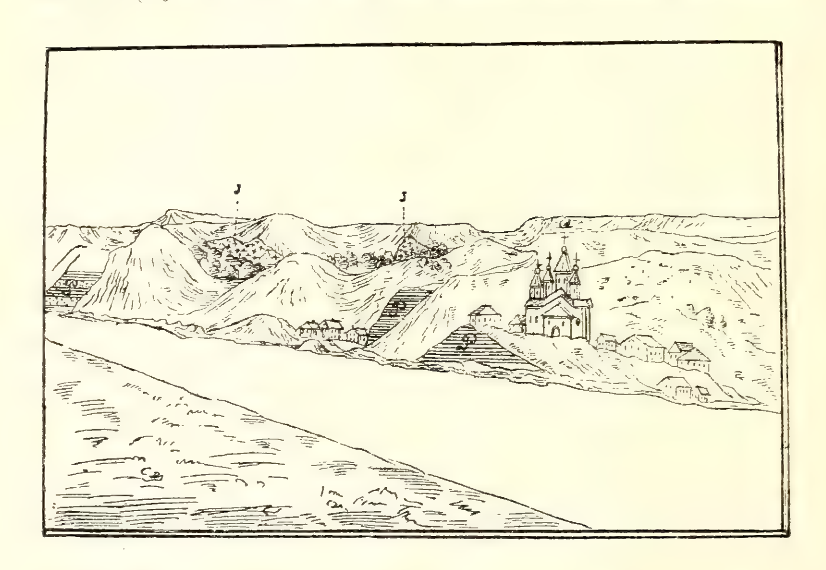
Les dépôts jurassiques et volgiens recouvrent, en îlots isolés, la série permienne des environs d'Issady, Barmina et Wassilssoursk. Ce sont des argiles gris foncé avec couches subordonnées de sable, de conglomérat et de calcaire. Leur âge se rapporte au callovien inférieur, au kimméridgien et au volgien.

Le postpliocène est représenté par des limons jaunes loessoïdes renfermant de rares galets de roches cristallines.

Issady.

(Fig. 5).

En aval l'Issady la pente droite de la vallée de la Volga forme un cirque énorme, dans la partie supérieure duquel on aperçoit, du bâteau à vapeur, des affleurements jaunes, le plus souvent du limon loessoïde (Q_1), des affleurements gris du jura (J_3), à moitié cachés par les broussailles, et, en-dessous, les affleurements des roches permiennes (P_3 ou PT). Le jura, d'un intérêt exceptionnel dans cette



coupe, est malheureusement moins visible aujourd'hui qu'il ne l'était il y a quelques années, de sorte que le schème détaillé des sédiments des montagnes d'Issady, établi en 1886 par Sibirtzew, ne peut plus être montré dans sa totalité. D'après cet explorateur la partie supérieur de la coupe d'Issady se compose de:

1) Limon brun jaunâtre loessoïde.
2) Grès vert foncé à *Aucella mosquensis* Fisch. de l'étage volgien (horizon à *Oxynoticeras catenulatum*).
3) Argile noire bitumineuse sans fossiles.
4) Argile brunâtre et grise avec une couche de calcaire (*Oppelia, Perisphinctes*), déterminé comme zone à *Hoplites* du kimméridgien.
5) Grès du callovien inférieur et conglomérat à *Cosmoceras Goweri* Sow., *Cadoceras sublaeve* Sow., quelques formes de *Perisphinctes*, accompagnés de *Belemnites*, *Protocardium concinnum* Buch. etc.

6) Argile grise du callovien inférieur gypsifère à empreintes de *Cadoceras.*

Les dépôts permiens supérieurs consistent en:

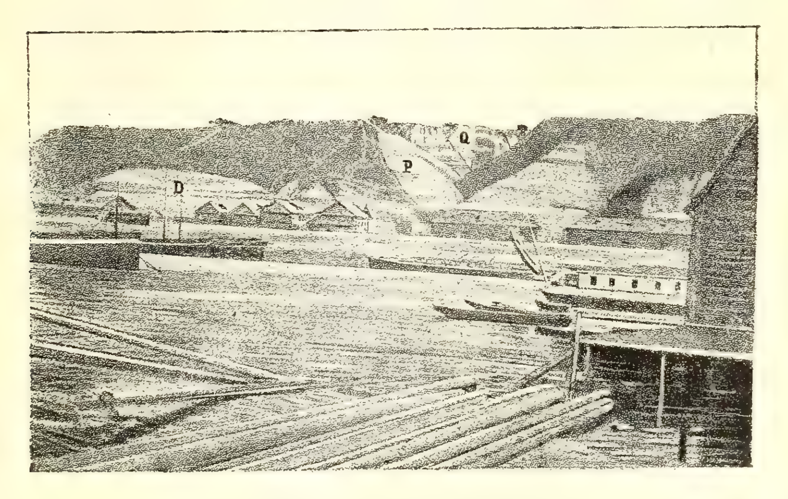
7) Marnes diversement colorées.
8) Sables et conglomérats avec marnes subordonnées.
9) Marnes interstratifiées de calcaire.

Nijny-Novgorod-Issady.

Parmi les affleurements de l'ancienne rive droite, entre les embarcadères de Nijny-Novgorod et d'Issady, celui en aval de Takinsky (Tatinetz), parfaitement visible du bâteau, mérite une attention particulière. On y voit apparaître les horizons moyen et inférieur des roches marneuses et arénacées permiennes, notamment les séries: C) marneuse, D) sablo-marneuse, E) marno-calcaire. Les coupes les plus complètes s'observent près d'Issady.

Nijny-Novgorod.

La ville est située sur le haut et assez rapide versant droit de la vallée, au confluent de la Volga avec l'Oka. Du côté de la Volga, le versant est en partie couvert de végétation, en partie de maisons, de glissements etc.; du côté de l'Oka au contraire, une série de beaux



Rive droite de l'Oka à Nijny-Novgorod.

affleurements permet de déterminer la structure géologique du terrain. Deux coupes surtout sont caractéristiques, l'une dans le ravin Yarilo, l'autre dans le ravin près du Camp. La première des coupes s'observe

tout près de la ville, en face de l'embarcadère des bâteaux à vapeurs de l'Oka, dans l'énorme ravin Yarilo, au débouché duquel se trouve la maison des gardes des anciens dépôts de sel.

La figure donne une idée générale du ravin et du versant de l'Oka. De beaux affleurements se présentent sur toute la longueur des deux pentes du ravin et de ses environs; la coupe la plus complète se montre dans la pente gauche (sud-occidentale) du ravin, alors que les profils les plus nets et les plus accessibles se trouvent sur la pente du devant (orientale) et la pente droite (nord-orientale), celle-ci montrant un glissement très distinct qui permet de juger du caractère et de l'origine des nombreux glissements et failles locales aux alentours de la ville. Au fond du ravin coule un ruisseau, alimenté par plusieurs nappes aquifères. Ce ravin peut servir de type de tous les ravins de la Volga et de l'Oka, dans lesquels l'érosion est encore en pleine activité.



Le ravin Yarilo.

Voici le schème général de la stratification:

Postpliocène. limon jaune loessoïde sablo-argileux avec très rares inclusions marneuses et rares galets, bien observable dans la pente gauche et celle du devant.

Dépôts permiens:

A) Marnes, mal visibles dans la pente droite.

B) Puissante assise de sables, grès et conglomérats, avec couches subordonnées de marnes. Très bien visible à la plateforme supérieure de la pente droite. Dans la pente gauche

le conglomérat de cet horizon contient des moules de *Paleomutela* etc.

C) Puissants dépôts de marnes diversement colorées, interstratifiées de calcaires et de plusieurs couches de sables et de grès.

Entre les couches supérieures de cette assise il y a une mince couche de calcaire fortement désagrégé, renfermant de nombreux coquillages parfaitement conservés de diverses *Anthracosidae*, surtout des groupes *Palaeomutela Keyserlingi*, *Palaeoanodonta Fischeri* et *Oligodon*. Ces mêmes coquilles se rencontrent également dans les autres couches de calcaires et marnes, mais très mal conservées, et sous forme de moules intérieurs.

Les horizons inférieurs des dépôts permiens se montrent le plus nettement vers l'amont et vers l'aval du ravin, par exemple dans la coupe qui se trouve à une distance de 30—40 mètres en aval du ravin. On y voit se terminer en coin, entre des marnes diversement colorées, une couche de grès et conglomérat, dans laquelle on rencontre des écailles et autres restes de ganoïdes, accompagnés de moules de conchifères.

Il convient de commencer l'examen de la localité au quai de l'Oka et de monter ensuite par le sentier de la pente droite à la plate-forme (*B*); de là on descendra dans le ravin où l'on pourra observer le limon loessoïde et on remontera par la pente gauche. Du haut du plateau la vue s'étend au loin dans les vallées de la Volga et de l'Oka et sur les terrasses de la pente gauche de la vallée.

XII

EXCURSION DURCH ESTLAND

VON

F. SCHMIDT.

Die Theilnehmer der Excursion versammeln sich zunächst in St. Petersburg am 1. (13.) August und begeben sich von hier längs der baltischen Eisenbahn bis Reval, Jurjew (Dorpat) und Baltischport, mit Seitenexcursionen ins Land hinein und an die Küste des Finnischen Meerbusens. Bleibt Zeit übrig, so ist noch eine Excursion auf die Insel Dago projectirt. Das ganze Gebiet der Excursion gehört zum Cambrischen und Silurischen System, deren Ablagerungen ausserdem von neuesten posttertiären Bildungen überdeckt werden.

Nur bei Jurjew wird das Gebiet des alten rothen (devonischen) Sandsteins berührt.

Geologische Uebersicht.

Die wichtigsten Arbeiten über unsere cambrisch-silurische Schichtenfolge sind folgende:

1830. Ch. Pander, Beiträge zur Geologie Russlands.
1845. Die betreffenden Abschnitte der Geologie Russlands von Murchison, de Verneuil und Graf Keyserling.
1858. F. Schmidt, Untersuchungen über die silurische Formation von Estland, N.-Livland und Oesel. Archiv für Naturkunde Liv.-, Est.- und Curlands. Ser. I. Bd. II.
1857. I. Nieszkowski, Versuch einer Monographie der in d. silurischen Schichten der Ostseeprovinzen vorkommender Trilobiten. Archiv für Naturk. Liv.- Est.- und Kurlands. Ser. I Bd. I mit Zusätzen Bd. II.
1870. A. Kupffer, über die chemische Constitution der baltisch silurischen Schichten Arch. 1-ste Ser. Bd. V.

1873. W. Dybowski, Monographie der Zoantharia sclerodermata rugosa aus d. Silurform. Estlands. N. Livlands und der Insel Gotland. Arch. Ser. I. Bd. V.

1878. A. v. d. Pahlen, Die Gattung *Orthisina*. Mém. de l'Acad. Impér. des sciences de St. Pétersbourg.

1881—1894. F. Schmidt, Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Mém. de l'Acad. Impér. des sciences de St. Pétersbourg. Sér. VII.

1888. F. Schmidt, Ueber eine neuentdeckte untercambrische Fauna in Estland. Mém. de l'Acad. Impér. des sciences de St. Pétersbourg.

1872 u. 1882. F. Schmidt, Miscellanea silurica. I. II. Mém. del'Acad. Impér. des sciences de St.-Pétersbourg.

1882. F. Schmidt, On the Silurian (and Cambrian) strata of the Baltic provinces of Russia. Quarterly Journal.

1885. Dr. Gerhard Holm, Bericht über geologische Reisen in Estland, N.-Livland und im St. Petersburger Gouvernement in den Jahren 1883 und 1884. Verhandl. d. Kais. Mineral. Gesellschaft.

1895. A. Mickwitz, Ueber die Gattung *Obolus*. Eichw. Mém. de l'Acad. Impér. des sciences de St. Pétersbourg. Sér. VIII.

Geologischen Karten des Gebiets sind von F. Schmidt und Prof. Grewingk geliefert worden.

Ausserdem verschiedene Schriften von Eichwald, Kutorga, G. v. Helmersen, Volborth, Grewingk in den Schriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, der Société des naturalistes de Moscou, den Verhandl. der Kaiserl. Mineralog. Gesellschaft und dem Archiv für Naturkunde Liv.-, Est.- und Curlands.

Unser Silurisches und Cambrisches System bildet ein niedriges Plateau, das im N. im sogenannten Glint schroff abbricht und sich nach S. allmählig neigt, wo es ungleichförmig von mittel-devonischen Schichten überdeckt wird. Das ganze System bildet eine gleichförmige Folge von Schichten, von denen die tiefsten den eben genannten Glint bilden: die höheren bilden von O. nach W. verlaufende Zonen, die in mehr oder weniger deutlichen Terrassen von N. nach S. und von N. O. nach S. W. auf einander folgen. In meinen neueren Arbeiten über unser Silurisch-Cambrisches System habe ich die verschiedenen Stufen desselben mit den Buchstaben von *A*—*K* bezeichnet, von denen *A* sämmtliche bei uns vorhandenen Cambrischen Schichten in sich schliesst. *B*—*F* enthalten die untersilurischen Stufen (entsprechend dem Englischen Ordovician) und *G*—*K* nehmen das Obersilur ein.

Die cambrische Stufe *A* ist nur am Glint selbst und an Flussläufen, die von S. her in ihn münden, entwickelt. Am Fuss des Glints, wo er nicht direkt ins Meer abfällt, breitet sich noch ein Vorland von Quartärbildungen aus. Unsere Cambrischen Schichten bestehen ausschliesslich aus Thonen, Sanden und Schiefern, während das Silur

fast ausschliesslich aus Kalkbildungen aufgebaut ist. Unsere Cambrische Schichtenreihe ist nicht vollständig: wir haben nur Vertreter des untersten und obersten Cambriums anderer Gegenden. Die tiefsten zu Tage ausgehenden Schichten am Fuss des Glints werden von dem „blauen Thon" gebildet, der bis 100 Meter mächtig ist und auf einem gleich mächtigen Sandstein lagert, der, wie Bohrlöcher bei St. Petersburg nachgewiesen haben, direkt auf finnischen Gneiss folgt. Die obersten Schichten des blauen Thons wechseln mit dünnen Sandsteinschichten, die grüne Körner führen, dann werden die Sandsteinlager mächtiger; sie beginnen mit Lagen, die durch eigenthümliche Spuren von Organismen ganz den Charakter des schwedischen Eophyton-Sandsteins tragen. In diesem sind nun neurdings auch typische Petrefakten des letzteren: *Mickwitzia monilifera* und *Medusites Lindströmi* gefunden. Etwas tiefer haben wir unseren *Olenellus Mickwitzi*, mit dem zusammen *Volborthellen* und *Platysoleniten* vorkommen. Im eigentlichen blauen Thon. und zwar nur in den oberen Schichten. kennen wir nur die letztgenannten Fossilien, zu denen in letzter Zeit eine *Hyolithen*form gekommen ist. In tieferen Lagen des blauen Thons kennen wir nur unsichere Algenabdrücke (*Laminarites*) und im unteren Sandstein garnichts. Unser Vertreter des Eophytonsandsteins wird nach oben zu ärmer an Petrefakten und kommt darin dem schwedischen Fucoidensandstein gleich, der ja auch fast ohne Petrefakten ist. Dieser Vertreter des Fucoidensandsteins lässt sich längs dem ganzen Glint und seiner östlichen Fortsetzung bis zum Wolchow nachweisen. Er wird bedeckt von dem für unser Gebiet charakteristischen *Unguliten*- oder *Obolen*sandstein, der aus vielfach diagonal geschichteten Sandlagern besteht und von zahllosen Bruchstücken verschiedener Formen des Genus *Obolus* Eichw. erfüllt ist, die gegenwärtig von Herrn Ingenieur Mickwitz ausführlich beschrieben sind. Ausserdem kommen in dieser Schicht die den *Discinen* verwandten Gattungen *Helmersenia* Pand. und *Keyserlingia* Pand. vor. Der Unguliten-sandstein ist von sehr verschiedener Mächtigkeit und wechsellagert meist mit dünnen Schichten des Dictyonemaschiefers, der hier gewöhnlich in unserem Gebiet über dem Sandstein noch ein mächtiges zusammenhängendes Lager bildet, mit dem zugleich unsere *cambrischen* Bildungen abschliessen. Durch diesen *Dictyonema*schiefer wird auch das Alter des Obolensandsteins als *obercambrisch* bestimmt, oder als dem oberen Theil der *Olenus*zone angehörig. Der Fucoidensandstein mit dem Eophytonsandstein und dem blauen Thon muss zum *unteren* Cambrium oder der *Olenellus*zone gerechnet werden. Vielleicht ist der *blaue Thon* mit dem unter ihm lagernden Sandstein noch zu einer älteren *trilobitenlosen* cambrischen (oder präcambrischen?) Stufe zu rechnen.

Unser *untersilurisches* System besteht, wie wir schon gesagt haben, aus einer ganzen Reihe von Kalkstufen. Die unterste Stufe *B* geht nur am Glint selbst zu Tage. Nur in ganz schmalen Streifen bildet sie die Oberfläche an Stellen, wo der Glint in mehreren Ter-

1*

rassen abfällt. Sie zerfällt in mehrere Unterabtheilugen. Zu unterst haben wir den Grünsand, B_1, der fast am ganzen Glint in verschiedener Mächtigkeit entwickelt ist, der oben meist aus mehr sandigen, unten aus lehmigen Schichten besteht. Er ist erfüllt von grünen Körnern, die sich meist als Steinkerne von Foraminiferen erweisen; ausserdem kommen in ihm *Conodonten*, *Salterellen*, *Lingulen* und zwei Obolusarteu *O. lingulaeformis* Mickw. und *O. siluricus* Eichw. vor.

Darauf folgt als B_2 der Glauconitkalk in mächtigen Bänken, die mehrere Meter dick sind und im Osten oft dolomitisch werden. Er ist meist von grauer Farbe, wird aber nach unten oft roth und entspricht so dem unteren rothen Orthocerenkalk Schwedens. Den Namen hat er von zahlreich in ihm vorkommenden grünen Steinkernen von Foraminiferen und kleinen Gasteropoden. Zwischen den Kalklagern finden sich dünne Mergelschichten, die von kleinen Brachiopoden wie *Orthisina plana*, *Orthis obtusa*, *parva*, *Parambonites reticulata* u. a. erfüllt sind. Von Trilobiten finden sich in den tieferen Schichten vorzüglich *Megalaspis planilimbata* Ang. und *limbata* Ang. An der oberen Grenze herrscht der ächte *Asaphus expansus* vor, der im W. sich verliert; im O. aber, besonders in der Umgebung von St. Petersburg und am Wolchow, ein besonderes mergeliges Niveau bildet, das stellenweise sehr reich an Petrefakten ist. Ueber dem Expansus-Niveau folgt, besonders im Osten, die untere Linsenschicht B_3a, die aus mergeligem Kalk mit zahlreichen grossen Thoneisenlinsen besteht. Als Charakterformen können namentlich *Asaphus raniceps*, *Amphion Fischeri* und *Lycophoria nucella* Dalm. angeführt werden.

Darauf folgt nun der ächte Vaginatenkalk B_3b, der sich über das ganze Gebiet erstreckt und meist aus festem Kalk oder Dolomit besteht. Westlich von Reval geht er in Kalksandstein über. Er wird besonders charakterisirt durch zahllose Orthoceren der Arten *O. commune* und *vaginatum*, zu denen *Euomphalus qualteriatus*, *Bellerophon locator* Eichw. u. a. sich gesellen. Der häufigste Trilobit ist *Ptychopyge globifrons* Eichw. Die Stufe *C* bildet hier gewöhnlich in ihren unteren Gliedern den oberen Rand des Glints. Ihr unterster Theil ist oft von kleinen Thoneisenlinsen überfüllt und bildet die Stufe C_1a, die besonders reich an zahlreichen Trilobiten, namentlich Asaphiden ist und ausserdem namentlich auch den ächten *Lituites lituus* enthält. *Echinosphaeriten*, namentlich *E. aurantium* sind charakteristisch für die ganze Stufe *C*. Der obere Theil C_1b liefert häufig einen guten Baustein, der vielfach am oberen Rande des Glints gebrochen wird. Er erscheint im Ganzen ärmer an Fossilien als der untere. Als Charakterformen können ausser Echinosphaeriten namentlich *Asaphus devexus* Eichw. und die ächte *Strophomena imbrex* Pand. angeführt werden. Ueber den festen Bänken von C_1b findet sich etwas landeinwärts im grössten Theil des Gebiets wieder ein mergeliges Lager, sehr reich an Petrefakten, das häufig dünne Lagen von Brandschiefer einschliesst. Das ist die *Kuckers*'sche Schicht C_2, unter deren Charakterformen ich namentlich *Chasmops Odini* Eichw. und mehrere

Orthisinen wie *O. squamata* Pahl und *marginata* Pahl. anführen kann. Als Uebergang zur Stufe *D* unterscheide ich noch die meist aus festen kieselhaltigen Kalken bestehende *Itfer*'sche Schicht C_3, die nur in wenigen Punkten, namentlich bei Itfer N. von Wesenberg unterschieden ist. Die Stufe *D* tritt schon nirgends mehr an den Glint und bildet eine selbständige Form, die von Gatschina bis an die W.-küste Estlands reicht. Sie besteht aus zwei Abtheilungen D_1, die *Jewe*'sche und D_2, die *Kegel*'sche Schicht. Die erstere ist mergelig und zugleich kieselhaltig, sie enthält namentlich als Charakterformen *Cheirurus pseudohemicranium* Nieszk. und *Mastopora concava* Eichw. Die Kegel'sche Schicht besteht meist aus festen Kalken, für die besonders einige *Chasmops*formen wie *bucculenta* Sjögr. und *maxima* m. bezeichnend sind, und ausserdem *Orthisina anomala*, *Strophomena Assmussii*, *Cyclocrinites Spasskii* u. a. Die Wesenberger Schicht *E* bildet nur eine gang schmale Zone ohne Unterabtheilungen. Sie tritt zuerst an der unteren Pljussa auf und lässt sich durch ganz Estland verfolgen. Sie besteht aus dichten gelblichen Kalken mit dünnen Mergellagen dazwischen, die von zahlreichen Fossilien erfüllt sind, von denen ich namentlich *Lichas Eichwaldi* Nieszk., *Encrinurus Seebachi* m., *Chasmops wesenbergensis* m., *Leptaena sericea*, *Strophomena deltoidea* anführe. Hier beginnt auch die Gattung *Isotelus*, während die ächten *Asaphi* mit der Kegel'schen Stufe abschliessen.

Es folgt nun die mächtige Zone *F*, die nur in Estland vertreten ist. Sie bildet den Abschluss der Unteren Silurperiode und lässt sich in zwei Unterabtheilungen die *Lykholmer* F_1 und die *Borkholmer* F_2 theilen. Die erstere nimmt eine beträchtliche Breite ein und zerfällt wiederum in eine nördliche untere F_1a und eine südliche obere Abtheilung F_1b. Die erstere besteht aus weissen oft sehr festen kieselhaltigen Kalken, die noch etwas an das Wesenberger Gestein erinnern und enthält neben sonstigen zahlreichen Fossilien noch wenig Korallen, während die obere Abtheilung F_1b aus grauen mergeligen Gesteinen besteht und eine grosse Mannichfaltigkeit von verschiedenen Korallen, *Rugosen*, *Helioliten*, *Halysiten*, *Favositen* u. s. w. aufweist. Eine besonders typische Form ist *Syringophyllum organon* L. Die Borkholmer Schicht F_2 ist wenig mächtig, bildet die obere Decke des Untersilur und besteht zuoberst aus weissem festem Korallenkalk, der besonders reich an *Stromatoporen* ist. Darunter finden sich braun gefärbt kieseliger oder mergeliger Plattenkalke, die sehr reich an eigenthümlichen Formen sind, unter denen ich u. a. die Gattung *Pleurorhynchus* und den *Proetus ramisulcatus* Nieszk. hervorhebe, ausser zahlreichen wohlerhaltenen Gasteropoden die von Prof. Koken beschrieben werden.

Das Ober-Silurische System nimmt bei uns den südlichen Theil von Estland und die Insel Oesel ein. Es zerfällt in die Stufen *G*, *H*, *I* und *K*, die auf der Karte sämmtlich als Zonen erscheinen, die von NO nach SW auf einander folgen. Die unterste Stufe *G* zerfällt in drei Abtheilungen. Direkt auf das Untersilur folgt die Schicht G_1, die

die Jördensche Schicht, die in ihrer Fauna sehr wenig Verbindung mit dem höchsten Unter-Silur zeigt. Es sind mergelige dünn geschichtete Kalke mit zahlreichen Korallen und Brachiopoden, unter denen ich namentlich *Leptocoelia Duboysii, Orthis Davidsoni* und *Strophomena pecten* anführe. Dann kommt, als G_2, eine Muschelbank fast ganz aus Schalen des *Pentamerus borealis* Eichw. bestehend, unter die sich nur wenig Korallen mischen. Die Pentamerenschicht ist im O bedeutend mächtiger als im W. Die letzte Schicht G_3, oder die Raiküllsche Schicht, besteht aus festen Kalken oder Dolomiten, die vielfach als Bausteine gebrochen werden. Sie enthällt in ihrem oberen Theil viel Korallen; ausserdem sind namentlich eigenthümliche Leperditien, *L. Keyserlingi* m. zu nennen. Die Schicht ist besonders deutlich entwickelt beim Gute Raiküll, das dem berühmten Geologen, Grafen Alexander Keyserling gehörte, dem Mitarbeiter von Murchison und Verneuil, in deren Werk über die Geologie Russlands. Die Stufe *G* entspricht grösstentheils dem Englischen Llandovery. Die Stufe *H* findet sich nur im SW von Estland. Sie besteht meist aus mergeligen Kalken, die zahlreiche Korallen führen, denen sich ein grosser *Pentamerus,* der *Pentamerus estonus* beigesellt, der viel Aehnlichkeit mit manchen Formen des *P. oblongus* Sow. hat. Eine deutliche Auflagerung der Stufe *H* auf *G* ist nirgends beobachtet, dagegen bildet die Stufe *I,* ober die untere Oeselsche Schicht eine deutliche Stufe über *H.* Sie ist im äussersten SW des Festlandes von Estland und im N der Insel Oesel entwickelt, wo sie an manchen Stellen in steilen Abstürzen zum Meere abfällt. Ihre tieferen Stufen sind mergelig, die höheren bilden meist mächtige dolomitische Bänke. Die Fauna der unteren Oeselschen Zone stimmt grösstentheils mit dem Wenlock überein. Ich brauche nur u. a. *Encrinurus punctatus, Orthoceras annulatum. Orthis elegantula* zu nennen. Ihre Schichten neigen sich allmählig von N nach S und SW und werden hier von denen der obersten Oeselschen Zone, *K,* bedeckt, die vollkommen dem Englischen Ludlow entspricht, wie u. a. durch das zahlreiche Vorkommen von Fischresten: *Cephalaspiden, Onchus, Thelolepis,* u. a. und Eurypteriden: *Eurypterus* und *Pterygotus* bewiesen wird. Die in N-Deutschland zahlreich vorkommenden Geschiebe mit Beyrichien sind grösstentheils auf unsere obere Oeselsche Zone zurückzuführen.

Unsere Quartärbildungen, die das ganze Silurgebiet bedecken, sind viel weniger vollständig untersucht als die Silurablagerungen. Schon im Jahre 1865 erschien von mir im Bulletin der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften der Aufsatz: „Untersuchungen über die Erscheinungen der Glacialformation in Estland und auf Oesel“, mit einer Karte. Ueber dasselbe Thema habe ich später in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 36 u. 37 geschrieben. Die neueste Arbeit über dieses Thema ist von Dr. Gerhard Holm in den Verhandlungen der Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft, Bd. 22 erschienen, unter dem Titel: „Bericht über geologische Reisen in Estland, Nord-Livland und im St. Petersburger Gouvernement, in

den Jahren 1883 und 1884". In letzter Zeit hat auch der bekannte Glacialgeologe Dr. Gerhard de Geer unser Gebiet besucht und seine Linien gleicher Erhebung, die Isanabasen bei uns verfolgt (s. seinen Bericht: om quartära niväförandringar vid Finska viken in Geol. föxen. förn 1894 p. 684).

Wir unterscheiden jetzt in unseren glacialen und postglacialen Ablagerungen etwa folgende Bildungen:

1) Die alte Grundmoräne oder der Geschiebelehm, der sich über das ganze Gebiet erstreckt.

2) Unter ihm auf dem anstehenden Silurischen System erkennen wir die Glacialschrammen, die die Richtung des Vordringens des alten nordischen Gletschers anzeigen.

3) Endmoränen der letzten Vereisung in besonderen Rücken im westlichen Theil des Landes oder als Gruppen von unregelmässigen Höhen aus ungeschichtetem Material, die etwa den amerikanischen Drumlins entsprechen.

4) Die aufgewühlte Oberfläche des silurischen Bodens oder den Richk (in Deutschland „Localmoräne").

5) Die Åsar, Ablagerungen aus Strömen innerhalb der Eisdecke, deren Entstehung noch nicht vollständig aufgeklärt ist.

6) Den Blätterthon, *hvarfvig lera*, den Absatz des spätglacialen Meeres, ganz entsprechend analogen schwedischen Bildungen.

7) Die alten Uferwälle: a) des alten spätglacialen Meeres, die in Scandinavien oft arktische Muscheln führen. bei uns aber immer ganz ohne organische Ueberreste sind.

b) die Uferwälle des geschlossenen Süsswasserbekens der Ostsee, der Ancyluszeit, die zuerst bei uns im westlichen Estland und auf Oesel nachgewiesen wurden, noch bevor durch ihr Auftreten auch auf der W-Seite der Ostsee ihre Bedeutung vollständig erkannt war, mit Süsswassermuscheln: *Ancylus fluviatilis. Lymnaeus ovatus. Unio*, ***Pisidium.***

c) Die Uferlinien und Ablagerungen der jetzigen Ostseefauna, die früher im W unseres Gebiets weit ins Land hineinreichten, mit *Cardium edule*, ***Mytilus*** *edulis, Tellina baltica. Mya arenaria.* zu denen im Anfang noch *Littorina littorea* hinzutritt.

Gang der Excursion.

Auf der ganzen ersten Strecke der baltischen Eisenbahn von St. Petersburg bis Ligowo kann man den Glint als deutliche Terrasse im S erkennen. Am N.-Abhang dieser Terrasse liegt noch das astronomische Observatorium von Pulkowa, und westlich davon sieht man ein paar Höhen hervortreten, die sogenannten Duderhofschen Berge. Die erwähnte erste Strecke der Bahn bis Ligowo verläuft nahe am Meeresstrande und zeigt an der Bahn selbst keine geologisch interessanten Aufschlüsse. Auf der zweiten Strecke, von Ligowo bis Krasnoje Selo steigt das Land schon merklich an, da die letztgenannte Station schon

in einer Ausbuchtung des Glints liegt. Das Land ist zuerst eben, man sieht stellenweise mächtige Lager von glacialem Blocklehm von neuerem marinem Sande bedeckt. Der Blätterlehm (hvarfvig lera), der weiter nach W den Blocklehm bedeckt, ist hier noch nicht ausgebildet. In der Umgebung von Krasnoje Selo wird das Land hügelig. Die Hügel gehören alle Glacialbildungen an, und an Bachufern treten schon hier Entblössungen von Cambrischen Schichten auf, aber nicht gerade in der Nähe der Bahn. Gleich hinter Krassnoje Selo passirt man zwei kleine Seen, die gutes Quellwasser für St. Petersburg liefern und am Fusse der schon früher erwähnten Duderhofschen Berge liegen, die durch Faltung der Silurschichten (Etagen B und C_1) entstanden sind. Am Fusse der Berge passiren wir eine solche Falte, in welcher man namentlich den Glauconitkalk (B_2) erkennen kann. Weiterhin ist das Land eben und steigt nur allmählig an: bei der Station Taizy sieht man einen Steinbruch in dolomitischem Kalk, dem Echinosphaeritenkalk (C_1) angehörig. Dann passirt man den Bach Ischora, an dessen Ufern weiter westlich, bei Pudosch, ein bekanntes Lager von tuffartigem Süsswasserkalk sich ausbreitet, in dem ausser Süsswasserconchylien auch Rennthiergeweihe gefunden worden sind. Bei der nächsten Station, Gatschina, kommen wir durch mächtige Lager von Geschiebelehm, der an den Seiten der Bahn aufgeschlossen ist und hier schon auf der Kegelschen Stufe D_2 auflagert, die hier durchweg aus Dolomit besteht. An der Bahn, die jetzt mehrere Stationen über Jelissawetino und Wolossowo bis über Moloskowitz, durch etwas hochgelegenes Terrain führt, sieht man an mehreren Stellen Steinbrüche in diesem Gestein, die recht reich an wohlerhaltenen Steinkernen von Brachiopoden z. B. *Platystrophia lynx, Strophomena Assmussi, Orthisina anomala* und *Paramboniten* sind: auch schöne Stücke von Trilobiten, namentlich aus den Gattungen *Chasmops* und *Lichas* finden sich hier. Zur Seite der Bahn, auf dem waldigen Terrain in der Umgebung der Station Jelissawetino sieht man zahlrieche unregelmässige Hügel, die aus ungeschichtetem oder garnicht gerolltem lokalem Kalk- und Dolomitmaterial bestehen und etwa den amerikanischen Drumlins oder den schwedischen Cross-Åsar entsprechen. Die Steinbrüche zeigen meist eine Decke von typischem Geschiebelehm mit geschrammten Geschieben und zuweilen auch geschrammter Oberfläche.

Vier Werst hinter der Station Moloskowitz passiren wir das Flussthal der Chreviza, in welchem unter der Kegelschen Schicht auch die ächte Jewesche Schicht (D_1) mit *Mastopora concava* zum Vorschein kommt. Von jetzt an senkt sich das Land wieder: wir kommen in ein Auswaschungsgebiet. In der Umgebung der Stadt Jamburg sieht man am Flusse Luga keine höheren Schichten als den Echinosphaeritenkalk (C_1), weiter abwärts im Gebiet der Stadt lassen sich alle tieferen Stufen verfolgen: an der Eisenbahnbrücke steht der Glauconitkalk (B_2) an und etwas weiter, an der alten Ueberfartsstelle, befindet sich unter ihm eine typische Localität des Ungulitensandsteins, die schon zum cambrischen System gehört. Die über ihm lagernden Stufen, der Dic-

tyonemaschiefer und der silurische Grünsand (B_1) sind hier nur schwach vertreten. Weiter abwärts findet sich auch der cambrische blaue Thon. Zwischen Jamburg und Narva treten in einigen Entblössungen Dolomitlager der Stufe des Echinosphaeritenkalks auf, die stellenweise von mächtigen Sanddünen bedeckt werden.

Wir kommen nun nach Narva am mächtigen Narovastrom. 2 Werst oberhalb der Stadt bildet die Narova einen etwa 12 F. hohen Wasserfall, über die oberen Glintschichten, der in zwei Arme getheilt ist, welche eine Insel einschliessen. Beide Arme sind von Fabriken eingenommen und man muss besondere Aussichtspunkte suchen, um eine gute Ansicht des Falls zu gewinnen. Weiter abwärts bis zur Stadt hat die Narova sich ein tiefes Bett in die Silurschichten gegraben, in welchem, fast bei der Eisenbahnstation, wir folgende Schichten unterscheiden können:

C_1b	Echinosphaeritenkalk, dolomitisch	3 m.
C_1a	Obere Linsenschicht	0,3 m.
B_3b	Vaginatenkalk, dolomitisch.	3 m.
B_3a	Untere Linsenschicht.	0,3 m.
B_2	Glauconitkalk	3,3 m.
B_1	Glauconitsand mit Concretionen von bituminösem Kalk mit Dictyonema.	0,2 m.
A_3	Rother Ungulitensand, discordant geschichtet	2,6 m.
A_2	Weisser Fucoidensandstein mit kugeligen Sandconcretionen	4,2 m.

Der blaue Thon tritt erst weiter unterhalb am Flussufer hervor.

Von Narva bis Waiwara fährt man durch ebenes Land, in welchem stellenweise Steinbrüche im meist dolomitischen Echinosphaeritenkalk sichtbar werden. Zwischen der Station Korff und Waiwara sieht man die aus der Ebene hervorragenden drei Waiwaraschen Berge, die auf der Höhe des Glints aufgelagert sind. Die beiden östlichsten bilden ungeschichtete Hügel aus Kalktrümmern, ähnlich denen von Jellissawetino; an ihrem Fusse erkennt man alte Uferwälle, welche die Glintterrasse überragen. Der dritte, westlichste Berg wird ganz von einem solchen Uferwall gebildet, an dessen S-Abhang hart an der Bahn Ballastgruben angelegt sind, welche die Schichtung deutlich zeigen.

Von der Station Waiwara fährt man zum Badeort Sillamäggi, der 4 Werst von der Station entfernt ist. Der Weg führt längs des Söttküllschen Bachs, an dessen Ufern man deutliche Durchschnitte der obersten Glintschichten sieht. Am Strande, westlich von Sillamäggi, tritt der Glint hart ans Meer und bleibt so mit kleinen Unterbrechungen über 30 Werst. Der Glint verläuft hier über die Höfe: Peuthof, Chudleigh, Toila, Ontika, Sackhof und bietet an vielen Stellen die schönsten Durchschnitte. Am reinsten sind wohl die Profile gleich westlich von Sillamäggi bei Peuthof. Hierher gehört auch das Profil, das Murchison in seiner Geology of Russia als cliffs near Waiwara bezeichnet, und das unter diesem Namen in viele Handbücher über-

gegangen ist. Am Meeresstrande trifft man hier fast überall den blauen Cambrischen Thon A_1 mit dünnen Einlagerungen von glauconitischem Sandstein. Darüber kommen mächtige Sandsteinlager ohne Petrefakten, die dem schwedischen Fucoidensandstein verglichen werden. An der unteren Grenze desselben zum blauen Thon sind hier Spuren der cambrischen schwedischen Medusiten (*Medusites Lindströmi* Linarss.) anstehend gefunden worden und auch einmal ein wohlerhaltenes Exemplar desselben am Strande von Sakhof, freiliegend, durch die Baronin v. Toll auf Kuckers.

Am Glint dieser Gegend unterscheiden wir gewöhnlich den oberen aus Kalkschichten bestehenden verticalen Theil, der bis 10 m. mächtig ist und aus den mächtigen Bänken bes Echinosphaeritenkalks (C_1) — dieser tritt oft nicht in ganzer Masse an den Glint selbst, — des Vaginatenkalks (B_3) und des Glaukonitkalks (B_2) besteht. Dazwischen befinden sich zwei dünnere Schichten erfüllt mit phosphorhaltigen Thoneisenlinsen, die obere Linsenschicht (C_1a) zwischen dem Echinosphaeriten- und dem Vaginatenkalk und die untere, gewöhnlich mit etwas grösseren Linsen, an der Grenze des letzteren und des Glauconitkalks. Unter dem letzteren, der in seinen tieferen Lagen lehmiger wird, folgt der meist oben lehmige, unten sandige Glauconitsand, dessen Mächtigkeit sehr variirt, und der ebenfalls stark variirende schwarze Dictyonemaschiefer. Unter diesem, oft noch durch dünne Lagen des Schiefers unterbrochen, kommt der ächte Ungulitensand, der in einigen Lagen ganz von Obolen erfüllt ist, und unter diesen endlich das mächtigste Glied der ganzen Reihe, der hier vollkommen petrefaktenleere Vertreter des schwedischen Fucoidensandsteins, der über 10 m. mächtig wird, aber selten in reinen Profilen zu sehen ist, da er meist in einzelnen Theilen von Vegetation bedeckt ist.

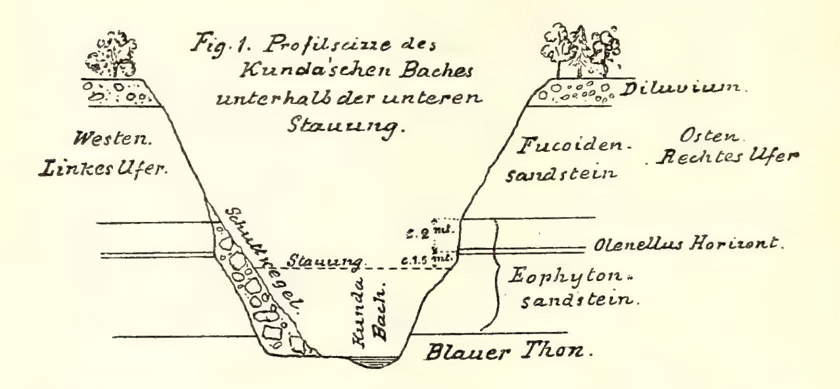
Von Waiwara nach Jewe fahren wir durch ein Waldgebiet, das besonders reich an zerstreuten erratischen Granitblöcken ist. Von der Station Jewe erreicht man nach N. den Glint bei Chudleigh. In der Nähe des Gutes Chudleigh findet sich ein Steinbruch im Echinosphaeritenkalk, in welchem schöne Exemplare des *Echinosphaerites aurantium* und zahlreiche Asaphiden gefunden werden. In der Umgebung des Fleckens Jewe steht überall die ächte Jewe'sche Schicht an, die in mehreren Steinbrüchen zugänglich ist. Bei Kuckers, 7 Werst von der Station, haben wir in einem Graben im Felde einen schönen Aufschluss des Kuckers'schen Brandschiefers C_2, der mit bituminösen Kalken wechselt und überreich an wohlerhaltenen Fossilien ist. Im eigentlichen Brandschiefer findet man vorzüglich *Bryozoen* und *Beyrichien*, im Kalk und Mergel Brachiopoden, Trilobiten (wie *Lichas conicotuberculata, Cheirurus aculeatus, Chasmops Odini* u. a.) und Crinoiden. Auf einer etwas höheren Stufe, beim Begräbnissplatz, steht auch hier in einem Steinbruch die Jewe'sche Schicht, D_1, an. Von Kuckers lässt sich der Glint bei Ontika und Sackhof leicht erreichen, wo schöne Durchschnitte zu sehen sind und wo in herabgestürzten Blöcken mit Erfolg gesammelt werden kann. In der Schlucht Kaljo-Orro bei On-

tika lässt sich die Bildung eines Flussbettes durch Unterwaschung und Einstürzen der oberen Schichten des Glints schön beobachten. Nach Jewe sehen wir bei Isenhof und der Kirche Luggenhusen ein Flussthal, in welchem sich die ganze Reihenfolge der Schichten vom Cambrium durch die Stufen *B*, *C* und *D* bis zur Wesenberger Schicht verfolgen lässt. Zwischen den Stationen Sonda und Kappel haben wir in der Nähe des Dorfes Uljast den Durchschnitt eines schönen Ås, das zum Theil aus übereinandergreifenden Schichten von grossen gerollten Geschieben besteht, unter denen vielfach Proben des Kuckers'schen Brandschiefers vorkommen. Jenseit der Station Kappel beim Dorfe Nurmis führt der Zug durch einen Einschnitt der Jewe'schen Zone, an welchem noch reichlich aufgehäuftes Material dieser Schicht zu sehen ist. Hier wurde im Sommer 1873 das einzige Exemplar von *Bothriocidaris Pahleni* m. gefunden.

Wir kommen jetzt nach *Wesenberg*, wo wir beim Raggafer'schen Kruge einen reichen Steinbruch der Wesenberger Zone, *E*, haben, der aus festem gelbem und blauem Gestein besteht, das in wenig mächtigen Bänken gebrochen wird, die durch dünne Mergellager geschieden werden, in denen man eine grosse Mannigfaltigkeit von Fossilien findet, vorzüglich Brachiopoden und Trilobiten, wie *Lichas Eichwaldi*, *Chasmops wesenbergensis* u. a. In einigen Gräben in der Nähe der Stadt unh beim Gute Sommerhusen steht auch die Kegel'sche Schicht D_2 an jetzt giebt es aber hier keine guten Aufschlüsse. An der neuangelegten Bahn von Wesenberg nach Kunda beim Dorfe Allafer haben wir einen schönen Einschnitt in die *Jewe*'sche Schicht.

Fahren wir von Wesenberg nach Kunda, so passiren wir bei Pödrus wieder die Jewe'sche Schicht; hinter Iess in einem Morastgraben treffen wir wieder auf die Kuckers'sche Schicht und beim Dorfe Ojaküll auf eine höhere Stufe des Echinospaeritenkalkes, der hier fast frei daliegt. Die grossen Steinbrüche liefern wenig Fossilien. Am häufigsten ist *Orthoceras regulare* und verwandte Formen. Beim Schloss Kunda treffen wir wieder auf einen Eisenbahndurchschnitt, der hier den Vaginatenkalk, B_3, blosslegt, in welchem gute Exemplare von *Orthoceras commune* und *vaginatum*, *Euomphalus qualteriatus* u. a. gefunden werden. Im Thale des Kunda'schen Bachs haben wir einen schönen Durchschnitt unseres Cambriums, der von Ingenieur A. Mickwitz speciel studirt worden ist. Hier wurde der *Olenellus Mickwitzi* m. gefunden; hier hat auch schon Linnarsson die früher für Pflanzenreste gehaltenen Bildungen des schwedischen Eophytonsandstein—*Cruziana* u. s. w. nachgewiesen; hier hat auch Nathorst gesammelt und namentlich die *Mickwitzia monilifera* höher hinauf in dem bisher petrefakten leeren „Fucoidensandstein" verfolgt, als wir bisher annehmen konnten. Diese Schaalen kommen hier nur als schwache aber die Sculptur doch deutlich wiedergebende Abdrücke auf den Schichtflächen eines lockeren glauconithaltigen Sandsteins vor, unter welchem die als Eophytonsandstein zu bezeichnenden, petrefaktenreicheren Schichten beginnen. Der Fucoidensandstein ist ziemlich frei von Thon,

daher durchlässig für Wasser und meist von gelber Farbe, während die als Eophytonsandstein zu bezeichnenden Schichten thonig sind, daher immer feucht und von grauer Farbe erscheinen. Die oberste Bank des Eophytonsandsteins besteht aus einem harten meist dolomitischen thonigen Sandstein, dessen Oberfläche oft von einem Conglomerat der



Mickwitzia monilifera gebildet wird. Zu dieser gesellen sich Bruchstücke des *Olenellus Mickwitzi* m. und Spuren von noch nicht aufgeklärten Brachiopoden (etwa an *Discinen* oder *Acrothele* erinnernd). Etwa 2 m. unter dieser Bank und $1^1/_2$ m. über dem Wasserspiegel der unteren Stauung fand Mickwitz das Hauptlager des *Olenellus*, das in einer 5—10 cm. dicken weichen glauconitischen Sandschicht besteht, die von Bruchstücken des *Olenellus* erfüllt ist, von dem es bisher nicht gelungen ist ein vollständiges Kopfschild, geschweige denn ein ganzes Exemplar zu erhalten. Weiter unten zur Grenze des blauen Thons hin findet man die Abdrücke der *Crusiana*, *Fraena* etc. in den thonigen Sandsteinschichten; endlich tritt im Niveau des Baches der reine *blaue Thon* auf, der stellenweise schöne, bis zolllange, Exemplare von *Platysolenites* enthält, die auch in einer Thongrube links vom Flussbette zusammen mit einem neuen *Hyolythen*artigem Fossil gefunden wurden, das nächstens von Hrn. Ingenieur A. Mickwitz beschrieben werden wird.

Die höheren cambrischen Schichten, der Dictyonemaschiefer und der Ungulitensand, treten im cambrischen Profil am Kundabach nicht zu Tage. Man sieht sie an dem linken Ausfluss des Kundabaches, der jetzt wenig Wasser führt, einige Werst weiter nach W an der Strasse. Hier treten auch die oberen Schichten des Fucoidensandsteins als feste, harte, vollkommen petrefaktenleere Bänke auf. Rechts von der Mündung des Kundabaches erhebt sich wiederum der Glint in zwei Terrassen, von denen die untere von cambrischem Sandstein, die obere von silurischen Kalken gebildet wird, von denen wir hier nur den Glauconit- und den Vaginatenkalk hervorheben; der Echinosphaeritenkalk zieht sich weiter nach S zurück und tritt nur in seiner unter-

Fig. 2.

Profilskizze des Kunda'schen Glintes vom Meere bis zum Mergellager.

sten Stufe, der oberen Linsenschicht, am Glint zwischen Malla und Kunda hervor. Fig. 2 giebt eine Uebersicht der hiesigen Schichten. Auf der Höhe des Glints, etwas landeinwärts, erkennen wir einen wohlausgebildeten alten Uferwall, hinter welchem in der Nähe des Schlosses, am rechten Flussufer, ein grosses Moor (ein alter verwachsener See) sich hinzieht, das sowohl in archaeologischer als in geologischer Hinsicht viel interessante Resultate geliefert hat. Zu oberst liegt eine dünne

Torf	0.30 mt.
Wiesenmergel.	0.90 mt.
Sand	0.09 mt.
Thon	0.51 mt.
Thon mit Moosen und Myriophyllum	0.45 mt.
Thon, zu unterst mit Sandstreifen und arktischen Pflanzen, Salix polaris, S. herbacea, Dryas octopetala etc.	3 mt. +
Moräne.	

Fig. 3. Profilskizze des Kunda'schen Mergellagers.

Torfschicht, darauf kommt eine 1 m. mächtige Lage von Wiesenkalk, der von Süsswassermuscheln erfüllt ist. Er geht nach unten in einen ebenfalls muschelreichen Süsswasserthon über. Da früher, sowohl der Kalk als der unterliegende Thon zum Zweck der Cementbereitung reichlich ausgebeutet wurden, so war es möglich aus beiden Lagern sowohl Artefakta, wie Harpunen, Messer u. a. aus Knochen, als auch Knochenreste von jetzt in dieser Gegend ausgestorbenen Thieren zu finden, wie vom Biber, Rennthier, Wildschwein und wildem Ochsen. Alle diese Reste sind von Professor C. Grewingk in Dorpat in einer besonderen Arbeit „das Mergellager von Kunda", ausführlich beschrieben worden. Unter den erwähnten Thonschichten finden sich noch thonige Sande ohne alle Muschelreste, in denen, etwa 4—5 m. unter der Oberfläche, Prof. Nathorst Ueberreste einer arktischen Flora: *Salix polaris, Dryas* u. a. nachgewiesen hat. Es war der erste derartige Fund bei uns. Wenn wir den Rückweg von Kunda bis Wesenberg weiter westlich über die Kirche Haljal einschlagen, so passiren wir zuerst nahe am Glintrande bei Selgs wieder sehr schön ausgebildete alte Uferwälle auf dem Echinosphaeritenkalk, nachher sehen wir bei Tatters unten die Kuckerssche Schicht C_2 anstehen und darüber in einer niedrigen Felsterrasse, die von Tatters bis Itfer reicht, die Itfersche Schicht C_3, die eine Mittelstufe zwischen der Kuckersschen und

Jeweschen Schicht bildet, und sich durch einige eigenthümliche Formen, namentlich Trilobiten auszeichnet, wie *Chasmops Wrangelli, Lichas triconica* u. a. Weiter im S tritt hier überall die Jewesche Schicht auf, die auf der Strecke von Haljal bis Kawast auch eine deutliche Terrasse bildet, an deren Fuss die oberste alte marine Terrasse des spätglacialen Meeres dieser Gegend in einer Höhe von c. 250 Fuss sich hinzieht. Höher hinauf haben wir nur unveränderten Geschiebelehm. Auf dem Wege von Haljal nach Wesenberg passirt man ein kurzes aber hohes und leicht zugängliches Ås, das unter dem Namen des Pachnimäggi bekannt ist.

Die Gegend von Wesenberg ist reich an Åsar und kann in dieser Beziehung als typisch für unser Gebiet gelten. Die alte Burgruine liegt auf einem Ås und dieses zieht sich mit kleinen Unterbrechungen noch auf eine längere Strecke nach S hin. Am schärfsten ausgeprägt ist es beim Gute Karitz, wo das Signal auf der Höhe über 100 Fuss über das nächste anstehende Gestein erhaben ist, und doch findet man Proben des Wesenberges Gesteins auf der Höhe des Ås. Es hat eine ganz typische Form, es ist hoch, schmal, mit steilen Abhängen und verläuft in Schlangenwindungen entsprechend einem alten Flusslauf. In Schweden ist ja auch die Ansicht, dass die Åsar Ablagerungen des alten Inlandeises bildeten, die beim Verschwinden des Eises zurückblieben, sehr verbreitet.

Von Wesenberg ist ein Abstecher nach Süden, nach Borkholm, bis zur Grenze des Obersilur projectirt. Die Fahrt geht grösstentheils durch hügeliges Gebiet; in der Ferne sieht man verschiedene Åsar. Das anstehende Gestein tritt in der Nähe der Strasse nicht zu Tage. Man fährt zunächst auf der Strasse nach Jurjew, beim Karjakrug biegt man nach Borkholm ab; der Weg führt durch ein hochgelegenes Wäldchen, in welchem an mehreren Stellen kleine Felspartien der Borkholmer Schicht entblösst sind; man findet hier zahlreiche wohlerhaltene Korallen der Borkholmer Schicht. Das Schloss Borkholm liegt sehr schön an einem kleinen See, der die Quelle des Walgejöggi oder Loxaflusses bildet. Im Walde, in der Nähe des Gutes, ist das Borkholmer Niveau, F_2, in einem Steinbruch sehr schön aufgeschlossen. Oben liegt weisser Korallenkalk, darunter braune kieselige oder mergelige Schichten, sehr reich an Petrefacten, unten ein mächtiges Dolomitlager, das einen guten Baustein liefert. In der Nähe finden sich auch schon Steinbrüche im Pentamerenkalk, G_2, mit *Pentamerus borealis,* so auch bei Kono und Errinal. Ein grosses Ås, das schon an der baltischen Bahn bei St. Cathrinen beginnt, setzt sich bis hierher fort und trägt zur Verschönerung der Gegend bei. In einer breiten Schlucht bei Errinal, an deren Seiten oben der Pentamerenkalk ansteht, und im Grunde die Borkholmer Schicht, setzt sich später dieses Ås weiter nach Süden fort. Fährt man von Borkholm zur Station Ass oder Tamsal an der Bahn nach Jurjew, so passirt man an der Bahn den Durchschnitt einer alten Moräne, dann den Pentamerenkalk, die Jördensche, G_2, und die Borkholmer Schicht. Bei der Station Taps, wo die Jurjewer Bahn sich

abzweigt, steht schon die Lyckholmer Schicht, F_1, an. Dieselbe findet man in einem Steinbruch an der Bahn bei der Station Lechts, wo besonders häufig *Porambonites gigas, Lingula quadrata* und *Subulites gigas* Eichw. gefunden sind.

Weiter kommt man durch hügeliges Terrain zur Station Charlottenhof, wo man einzelne sandige Hügel sieht, die zu einem grösseren Ås gehören. Von Charlottenhof bis Kedder führt die Bahn durch Wald ohne geologisch merkwürdige Stellen. Von der Station Kedder bis Rasick finden sich in den Gräben an den Seiten der Bahn und in naheliegenden Brüchen zahlreiche Fossilien aus der Kegelschen Stufe D_2, namentlich *Orthisina anomala, Orthis testudinaria* u. a. Ebenso bei Rasick. Hinter Rasick, bei Sammomä, passirt man einen Einschnitt der Jeweschen Schicht, D_1, und bei der letzten Station Laakt kommt man schon auf den Vertreter der Kuckerschen Schicht, C_2, die bis nahe an den Rand des Glints, bis zum sogenannten rothen Leuchtthurm reicht. Von hier an sieht man oben auf dem Glint, der hier den Namen Laaksberg führt, zahlreiche Steinbrüche in festem grauem Echinosphaeritenkalk, der von lockeren gelblichen Schichten bedeckt wird, die einen Uebergang zur Kuckerschen Schicht bilden und reich an Fossilien sind. Am Abhang des Glints selbst sind Steinbrüche im Vaginatenkalk B und Glauconitkalk B_2 angelegt. Unter diesen kann man in einigen Einschnitten auch die tieferen Lager, den Grünsand, den Dictyonemaschiefer und den Ungulitensand sehen. Die tieferen Cambrischen Schichten treten am Meere, in einer unteren sandigen und thonigen Terrasse des Glints bei Marienberg hervor, in welcher Ingenieur Mickwitz das Lager des *Mickwitzia*-Conglomerats und darüber eine Schicht mit *Scenella discinoides* F. Schm. entdeckt hat. Am Meeresstrande sieht man Sandsteinblöcke, die Spuren von *Olenellus Mickwitzi* und *Volborthella tenuis* enthalten, sowie *Platysoleniten*. Die Volborthellen finden sich auch in Nestern im blauen Thon bei der sogenannten Westbatterie am Meeresstrande und besonders reichlich an einem Profil am Brigittenfluss bei Lickat, etwa 8 Werst von der Stadt, wo unten in thonigen Schichten einzelne Lager ganz von ihnen erfüllt sind; darüber folgen Sandsteinbänke, von denen einzelne zahlreiche Reste von *Mickwitzia monilifera* führen.

Die Stadt Reval liegt am Abhange des Domberges, in einem inselartig abgetrennten Theil des Glints, an welchem alle Schichten desselben zu erkennen sind; jetzt freilich nur die Kalklager, da die tieferen Schichten von Vegetation bedeckt sind.

Das Revalsche Provincialmuseum enthält ausser vielen historischen und archäologischen Sammlungen auch eine provinciell naturhistorische Sammlung, in welcher ausser einem Herbarium und einer Vogelsammlung besonders auf eine von F. Schmidt angelegte stratigraphisch-paleontologische Sammlung aufmerksam gemacht werden muss, die eine Uebersicht der Faunen der einzelnen silurischen Horizonte darbietet. Jetzt befinden sich freilich viele wichtige Stücke nicht in der Sammlung, da sie zur Bearbeitung ausgeliehen sind.

Von Reval aus ist eine Excursion zum Wasserfall des Jaggowalschen Baches, unweit der Kirche Jegelecht und des Gutes Kostifer projektirt, da hier unter dem Fall ein schöner Durchschnitt der Glintschichten zu sehen ist. Von Reval fährt man zuerst wieder den Laaksberg hinauf, auf der alten St. Petersburger Strasse. Hier ist am Wege ein Durchschnitt zu sehen, in welchem man namentlich den Unguliten-sand und den Dictyonemaschiefer erkennen kann. Oben auf der Fläche passirt man bald den alten Uferwall, der aus groben gerollten Geschieben besteht und darauf 10 Werst von der Stadt, bei Hirro, den Brigittenschen Bach (sogenannt nach dem alten Kloster an seiner Mündung). Hier steht im Niveau des Flusses der Fucoidensandstein an; über ihm sieht man Geschiebelehm und ganz oben ein Lager von Süsswassermuscheln, das hier aber einer älteren fluviatilen Ablagerung zugerechnet werden muss, und nicht der Ancylusperiode. Auf dem weiteren Wege sieht man wiederholt dem Echinosphaeritenkalk angehörige Steinbrüche, auch der Vaginatenkalk kommt gleich hinter dem Fluss zum Vorschein. Bei der 14. Werst passirt man einen neuen Kanal, der den Uferwall durchschnitten und das Wasser des Maart'schen Sees abgeleitet hat. Unter der Brücke über den Jegelecht'schen Bach, unweit der Kirche Jegelecht, sieht man den Bach aus Klüften im Kalkstein hervorkommen und dem Hauptfluss, dem Jaggowal'schen Bach zufliessen. Oberhalb der Brücke ist das Flussbett nur angedeutet. Nur bei Hochwasser fliesst das Wasser auch hier. Der Jegelecht'sche Bach verliert sich unweit des Gutes Kostifer, auf einer Fläche, durch zahlreiche Spalten in die Erde. Auf dieser Fläche sieht man zahlreiche Gruben und ausgewaschene Felspartien, die an eine Karst-Landschaft erinnern.

Fährt man auf der Landstrasse weiter, so biegt man 2 Werst hinter der Kirche Jegelecht zum Dorfe Joa ab, wo der Jaggowalsche Bach seinen 22 Fuss hohen Wasserfall bildet. Ist wenig Wasser im Fluss, so bietet das Flussbett oberhalb des Falles einen interessanten Anblick, indem die hier anstehenden Schichten des Vaginatenkalks und z. Th. der oberen Linsenschicht grosse Flächen einnehmen, und man die verschiedenen *Orthoceren*, *Lituiten* u. s. w. in ihrer ursprünglichen Lage auf dem alten silurischen Meeresboden sehen kann. Hart unter dem Wasserfall sieht man folgendes Profil:

Obere Linsenschicht mit *Orth. Barrandei* Dew.	0,3	m.
Vaginatenkalk, unten mit viel Kalkspathdrusen .	3,2	„
Untere Linsenschicht. Grauer mergeliger Kalk .	0,2	„
Glauconitkalk, oben Kalkschichten, unten mit viel mergeligen Zwischenlagen	3,1	„
Glauconitsand, lehmig oder mergelig	0,8	„
Dictyonemaschiefer bis zum Wasser.	0,4	„

Etwas weiter den Fluss hinab, sieht man unter dem Dictyonemaschiefer den Ungulitensand hervortreten, der hier am Flussufer die schönste Entblössung für diese Stufe bildet, die wir in unserem Ge-

biet haben. Ausser *Obolus Apollinis* kommen hier noch die verschiedenen Arten der Unterabtheilung *Schmidtia* Volb., ausserdem *Keyserlingia* Pand. vor. Der grösste Theil des Materials der Monographie der Gattung Obolus von Ingenieur Mickwitz ist an dieser Lokalität gesammelt worden. Weiter abwärts am Fluss treten noch mehrere Entblössungen des Fucoidensandsteins ohne Petrefakten auf: in den obersten Schichten desselben wurden einige bituminöse Knollen gefunden, die Spuren von Trilobiten enthielten.

Von Reval aus wird wahrscheinlich noch ein Besuch auf dem Gute Sack gemacht werden, in dessen Nähe Steinbrüche im obersten Theil der Kegel'schen Schicht, der Wassalemschen Schicht D_3 angelegt sind. Hier herrschen Crinoidenkalke vor, besonders reich einzelne Platten von *Hemicosmites*, ausserdem Stromatoporen und verschiedene Chaetetiden. Der Hemicosmitenkalk bildet weiter im W, bei Wassalem, feste Lager eines politurfähigen Kalkes, der vielfach zu Treppenstufen, Grabkreuzen, Tischplatten u. a. verarbeitet wird.

Auf dem Wege nach Sack passirt man eine Sandregion, die aus den umgearbeiteten oberen Schichten eines breiten Ås entstanden ist. Hier wurden auf einer Sandfläche, die voll von kleinen Geschieben liegt, zahlreiche Kantengeschiebe oder sogenannte Dreikanter von Ingenieur Mickwitz gefunden, deren durch Sandschliff entstandene Kanten in bestimmten Beziehungen zu den herrschenden Winden stehen.

Von Reval nach Baltischport geht es auf der baltischen Bahn zuerst durch das schon erwähnte Sandgebiet bis zur Höhe desselben bei Nömme; von dort geht es wieder abwärts zum Paesküll'schen Bach, wo ein kleiner Einschnitt in die *Kegel*'sche Schicht passirt wird. Im Bereich dieser Zone bleibt man auch beim nächsten Haltepunkt, Friedrichshoff, und bei der Station Kegel. Bei der nächsten Station, Lodensee, ist man schon im Bereich der Jewe'schen Schicht, D_1, die in der Nähe des Gutes Pöllküll einen Einschnitt zeigt. In der Nähe des Meeres passirt man noch einen kleinen Einschnitt in der Kuckers'schen Schicht und gelangt dann nach Baltischport. Die kleine Stadt dieses Namens liegt am W-Ufer einer Halbinsel, die namentlich an ihrer W-Seite bis zur Spitze von Packerort einen fortlaufenden fast direkt in das Meer abfallenden Glint bildet, der beim Leuchtthurm von Packerort 80 F. Höhe erreicht. Man sieht sehr schön, wie sich die Schichten nach S. senken, und die tieferen Stufen sich allmählig unter das Meeresniveau verlieren. Bei Packerort ist am Fusse noch der Fucoidensandstein zu sehen, bei der Stadt Baltischport sieht man nur die oberen Kalkschichten. Weiter nach S in der Bucht stehen am Meeresufer bei Kossa Schichten der Kuckers'schen Stufe C_2 an, und bei der Kirche Mathias, 8 Werst von Hapsal, tritt eine Felsterrasse der Jewe'schen Schicht, D_1, ans Meer, die hier ziemlich reich an Fossilien ist.

Die Oberfläche der ganzen Halbinsel zeigt zahlreiche alte Uferwälle, die alle der letzten Meeresbedeckung angehören, da man hier

bis auf die Höhe hinauf Ostseemuscheln, wie *Mytilus edulis*, *Cardium edule* und *Tellina baltica* findet.

Auch die Ostseite der Bucht bietet stellenweise schöne Durchschnitte. Ich theile hier ein Profil von der Spitze bei Packerot und ein anderes nahe dem S.-Ende des Ostufers von Leppiko bei Leetz mit, von ersterem nur für die tieferen Schichten, da die oberen schwer zugänglich sind.

Packerort:

Echinosphaeritenkalk.	
Vaginatenkalk, einen Kalksandstein bildend.	
Glauconitkalk.	
Glauconitsand, oben mergelig, unten sandig. .	5,5 m.
Dictyonemaschiefer	3 „
Ungulitensandstein, z. Th. mit dünnen Zwischenschichten von Dictyonemaschiefer	3,5 „
Fucoidensandstein, locker, bis zum Meeresniveau	2,5 „

Die Grenze des Ungulitensandsteins zum Fucoidensandstein pflegt recht scharf zu sein. An manchen Stellen findet man an der Oberfläche des letzteren zahlreiche feste Sandsteingeschiebe.

Leppiko bei Leetz:

Echinosphaeritenkalk, grauer harter Kalk . .	1,1 m.
Obere Linsenschicht, nur 2 Schichten	0,3 „
Vaginatenkalk, Kalksandstein, theilweise breccienartig mit Bruchstücken von sandigem Kalk und schwarzen Phosphoritknollen . .	1,7 „
Glauconitkalk. Feste Bänke mit mergeligen Zwischenschichten	1,7 „
Glauconitsand, mit festen Concretionen, in denen *Obolus siluricus* Eichw. vorkommt .	1 „
Dictyonemaschiefer	2 „

Die projectirte Excursion nach der Insel Dago findet entweder zu Schiff von Reval oder Baltischport über Hapsal statt, oder zu Lande durch das westliche Estland. Im letzteren Fall fährt man zunächst von Reval per Eisenbahn bis zur Station Kegel und von dort entweder direkt 70 Werst weit direct nach Hapsal, oder mit Postpferden über die Stationen Liwa und Risti. In jedem Fall wird unterwegs ein Besuch auf dem Gute Piersal, beim Landrath A. v. zur Mühlen gemacht, wo ein Steinbruch der Lyckholmer Schicht mannigfaltige Ausbeute, namentlich an Korallen, Gastropoden und Brachiopoden in Aussicht stellt, und ausserdem zum erstenmal in einem alten Uferwall die Ancylusfauna im Jahre 1867 endeckt wurde. Der direkte Weg nach Hapsal bietet sonst nicht viel Interessantes, ausser einigen kleinen Entblössungen, die zur Kegel'schen Schicht gehören, und dem grossen, schon früher erwähnten Steinbruch bei Wassalem.

Auf dem Wege über Liwa und Risti fährt man zuerst einige

Werst in der Niederung des Kegel'schen Baches, dann steigt man beim Gute Thula auf den hohen Uferrand hinauf, der hier auch aus der Wassalem'schen Schicht besteht. Hier oben passirt man auch einen alten Uferwall mit Ancylusfauna. Der *Ancylus* selbst ist nicht immer zu finden, aber auf *Lymnaeus ovatus* kann man jedesmal rechnen. 2 Werst vor der Station Liwa haben wir etwas seitwärts vom Wege auf einer Anhöhe den grossen Steinbruch von Oddalem in dem weissen Kalk der unteren Lyckholmer Schicht F_1a, der bei eifrigem Suchen sehr mannigfaltige Ausbeute gewährt an Trilobiten (*Chasmops Eichwaldi*, *Isotelus* und *Lichas*), Gastropoden und Brachiopoden. Zwischen den Stationen Liwa und Risti fährt man längere Zeit auf einem alten Moränenwall, zu dessen beiden Seiten sich ausgedehnte Sümpfe hinziehen. Der Wall verläuft bald gleichmässig, bald tritt er in einzelnen Höhen hervor, die mit zahlreichen erratischen Blöcken gekrönt sind. Die bekannten Glacialforscher Dr. G. de Geer und auch Prof. Wahnschaffe aus Berlin haben die Moränennatur dieses Höhenzuges anerkannt. Der Zug geht der Station Risti vorbei und noch etwa 10 Werst weiter auf der Hapsal'schen Strasse, hier aber immer gleichmässig ohne isolirte Höhen. Von Hapsal aus kann, wenn Zeit übrig bleibt, auch ein Steinbruch der Lyckholmer Schicht unter dem Gute Neuenhof beim Kruge Rannaküll oder dem etwas weiter gelegenen Hügel Pattakomäggi besucht werden, oder auch ein Ausflug nach S. und SW. in das tiefste Obersilurgebiet nach Weissenfeld, wo der *Pentamerus borealis* vollständig vorkommt, und nach dem alten Felsufer bei Pullapae gemacht werden.

Die Fahrt nach der Insel Dago findet von Hapsal nach dem Landungsplatz Helterma auf dem Dampfer Progress statt. Auf Dago ist das höchste Untersilur, namentlich die Lyckholmer Schicht, und das tiefste Obersilur entwickelt. Das Letztere wird allein besucht werden können, da es in der Nähe unseres Centralpunktes, des Gutes Grossenhof, dem Grafen E. v. Ungern-Sternberg gehörig, ansteht, das vom Landungsplatz nur 7 Werst entfernt ist. Am Ostufer der Insel ist auf einige Werst weit, nahe am Strande, die Jörden'sche Stufe G_1 blossgelegt, von Helterma bis zum Dorfe Wachterpä. Von hier steigt man allmählig an, passirt eine kleine Entblössung der Pentamerenbank mit *Pentamerus borealis*, und gelangt dann an das Felsenufer Kallasto, das oben aus festem Kalkfels, unten aus mergeligen Schichten besteht, die reich an Korallen und einigen Brachiopoden sind, wie namentlich *Orthis Davidsoni*, die auch auf Gotland im tiefsten Obersilur bei Wisby vorkommt. Auf der Höhe der Stufe sind mehrere ältere und neuere Steinbrüche vorhanden, mit der nämlichen Fauna wie bei Kallasto. In der Nähe der Kirche Pühhalep, unweit Grossenhof, ist eine Felsfläche mit sehr deutlichen Schrammen blossgelegt, die schon vor 50 Jahren von Eichwald und später wiederholt von A. v. Schrenck, G. v. Helmersen u. a. beschrieben wurde.

Wahrscheinlich wird schon in den ersten Tagen der Excursion über Taps ein Abstecher nach Jurjew (Dorpat) gemacht werden. Da sowohl die Hin- als die Rückfahrt grösstentheils bei Nacht gemacht werden, so ist über die Geologie der durchfahrenen Strecke hier nicht viel zu sagen. Wie schon früher erwähnt, sehen wir von Taps an zuerst die Lyckholmerschicht, F_1, dann die Borkholmer, F_2, und das tiefste Obersilur, die Jördensche Schicht, G_1, und die Schicht mit *Pentamerus borealis*, G_2, die bis zur Station Ass reicht. Von hier, über die Stationen Rakke, Wäggewa bis Laisholm befinden wir uns in glacialem Gebiet und passiren verschiedene grössere Åsar, auch die OW verlaufenden vor d. Station Wäggewa. In der Nähe der Station Laisholm befinden sich Steinbrüche der Raiküllschen Schicht, G_3, später fahren wir wieder ausschliesslich durch glaciales Gebiet, das sich in der Nähe der Ueberfahrt über den Embach durch besonders zahlreiche Granitblöcke auszeichnet. In Jurjew selbst haben wir die Sammlungen der Universität und des Naturforschervereins zu nennen. In der ersten erhalten wir u. a. die Uebersicht über alle Ablagerungen der Ostseeprovinzen. Besonders hervorzuheben sind die vom verst. Prof. H. Assmuss zusammengebrachten devonischen Fischreste, die von ihm und Pander bearbeitet wurden. Früher gab es an den hohen alten Ufern der Embach in der Stadt selbst schöne devonische Profile. Jetzt sind diese alle verbaut und man muss schon eine Ausfahrt zu den 2—3 Werst von der Stadt entfernten Sandgruben beim Dorfe Arroküll an der Revalschen Strasse unternehmen. Es werden bei Dorpat nur Fischreste, Bruchstücke von *Heterostius* v. *Homostius, Osteolepis* u. a. gefunden. Von Brachiopoden nur *Lingula bicarinata* Kut.

XIII

LES EXCURSIONS EN FINLANDE.

PAR

J. J. SEDERHOLM et W. RAMSAY.

De Helsingfors à Tammerfors.

Helsingfors, capitale du grand-duché de Finlande, est situé sur une presqu'île dans le Golfe de Finlande. Il a environ 80,000 habitants et présente avec ses rues larges et ses nombreux édifices publics l'aspect d'une ville européenne moderne. Par places on voit dans la ville même des roches de gneiss (schistes granitisés); les îles qui bordent la côte sont pour la plupart constituées par la même roche ou par du granite gneissique.

Entre Helsingfors et Hyvinkää le chemin de fer parcourt une plaine d'argile glaciaire, souvent couverte d'une argile postglaciaire et de cordons littoraux contenant des coquilles *Litorina*, *Cardium*, *Mytilus*, *Tellina* etc.

Cette plaine est traversée par des rivières et parsemée de nombreuses collines et de petits rochers. A Hyvinkää le chemin de fer traverse la moraine terminale dite Salpausselkä, qui y forme une colline très basse, composée essentiellement de sable. Une crête parallèle à cette colline, de même formation, est traversée au sud de la station par une tranchée qui montrait autrefois une alternance de couches nettement stratifiées de sables à grains de diverse grosseur, intercalés de gravier anguleux, lavé, et de moraine typique, déposée aux époques des oscillations du bord de l'inlandsis. Aujourd'hui la coupe, obstruée par des éboulis, ne se laisse observer qu'avec difficulté.

Au nord de Hyvinkää les graviers de moraine prédominent et on y observe plusieurs „åsar“ dont le plus grand est celui de Tavastehus, que le chemin de fer traverse au nord de la station de Parola, où on voit de beaux effondrements („åsgropar“).

La voie s'engage ici dans la contrée de la Finlande centrale, parsemée de lacs dont on aperçoit plusieurs le long du chemin de fer.

La ville et l'ancien château de Tavastehus se voient à l'ouest du chemin de fer. Au nord de la ville, on aperçoit à l'est le beau château de Carlberg.

Tammerfors, ville de fabriques de 28,000 habitants, a une situation admirable sur l'isthme qui sépare les lacs de Näsijärvi et de Pyhäjärvi, dont les hauteurs respectives sont de 94,6 et de 76,6 mètres. L'isthme est formé par un „ås" (pr. ose) de gravier roulé, haut et escarpé, qui atteint sa plus grande hauteur à l'ouest de Tammerfors. Au point, nommé Pyynikki, la vue s'étend sur toute la contrée environnante. On observe là des terrasses et des lignes de rivages anciens qui se poursuivent jusqu'au sommet.

L'écoulement du Näsijärvi tranche cet „ås" en formant les rapides de Tammerfors qui font mouvoir toutes les fabriques de la ville dont quelques-unes sont très grandes.

A l'est de la ville il y a des briqueteries, qui utilisent l'argile feuilletée glaciaire.

La géologie des environs de Tammerfors.

PAR

J. J. Sederholm.

Les roches archéennes des environs de Tammerfors peuvent être reparties en trois divisions, qui sont de haut en bas:

1) Granite post-bothnien.
2) Schistes bothniens.
3) Terrain de gneiss pré-bothnien.

Dans le dernier prédominent des granites essentiellement métamorphiques ($A\gamma$), en partie porphyroïdes ($A\pi\gamma$), et des gneiss feuilletés qui sont des micachistes granitisés, plissés au plus haut degré. On y trouve aussi des micachistes typiques ($A\varphi$) et, dans les granites, des inclusions de diorite, péridotite etc. ($A\sigma$).

Toutes ces roches affleurent au sud de la ville de Tammerfors en bande, quelquefois large de 40—60 kilomètres, qui s'étend à l'ouest jusqu'au Golfe de Bothnie, à l'est au-delà du lac de Päijänne. La même formation est aussi très répandue dans d'autres parties du pays.

Au nord de cette bande de roches fortement métamorphosées viennent les schistes de Tammerfors ou les formations bothniennes; ils affleurent en bandes, s'allongeant de l'ouest à l'est et suivant le plus souvent les limites entre le terrain de gneiss et le grand affleurement de granite post-bothnien, qui s'étend au nord des gneiss sur une superficie de plus de 23,000 kilomètres carrés (voir la carte). Les couches de ces schistes sont toujours à peu près verticales.

Ces schistes se distinguent par leur caractère à la fois cristallin et franchement détritique. Ils sont souvent représentés par des phyllades ($B\varphi$) typiques qui se rapprochent tantôt des argillites, tantôt passent graduellement aux micaschistes à grain fin, contenant souvent du feldspath; dans ce cas ils offrent un caractère gneissique.

Les phyllades du Näsijärvi se manifestent, par leur stratification très distincte et leur structure interne, comme formation d'une argile à l'état métamorphique, intercalée de couches minces d'un grès argileux („phyllade leptitique"). Les phyllades contiennent souvent une matière charbonneuse, quelquefois accumulée en bandes minces, dont les contours font penser à une origine organique.

Une „leptite" plus typique ($B\psi$) d'une couleur rougeâtre et pauvre en mica (toujours du mica blanc), apparaît dans un petit affleurement à l'ouest de Tammerfors. Elle y montre une alternation nette de lits originairement horizontaux et d'assises qui possédaient une stratification oblique.

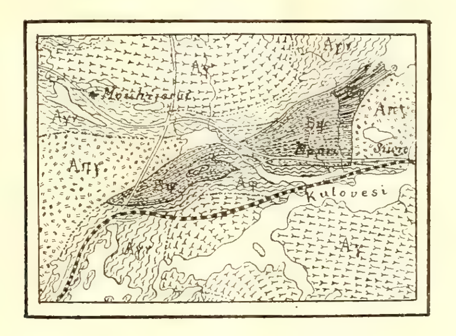


Fig. 1. Carte au 1:400,000 de l'affleurement de la leptite de Suoniemi près de Tammerfors. $B\psi$ = leptite, $B\varphi$ = phyllade de la formation bothnienne, $A\varphi$ = phyllades et micaschistes, $A\gamma\nu$ = gneiss, $A\gamma$ = granite, $A\pi\gamma$ = granite porphyroïde du terrain pré-bothnien.

Des schistes d'un vert foncé, riches en amphibole (le plus souvent de l'ouralite), et en plagioclase qui y forment des cristaux porphyriques, sont presque aussi répandus que les phyllades. Ces roches, nommées porphyritoïdes ($B\chi$), sont des tufs métamorphiques de roches effusives archéennes. Quelquefois on y trouve des lits intercalés de vraies roches éruptives, notamment des porphyrites à ouralite ou des porphyrites à plagioclase et à orthose qui ont été, dans leur état originaire, identiques aux basaltes, aux andésites et aux trachytes modernes. Une roche porphyritique semblable traverse aussi le phyllade en filons.

Les conglomérats ($B\kappa$) à ciment cristallin sont celles qui offrent le plus grand intérêt parmi les roches bothniennes. Ils y for-

ment des intercalations et on les y trouve en plus grande abondance que dans aucun autre système aussi ancien.

On les peut étudier le mieux sur les bords du lac de Näsijärvi et surtout dans la petite baie de **Hormistonlahti**, où on en rencontre quatre couches verticales d'une épaisseur respective de 1—2 m. 200—300 m et 20 m. On les peut suivre vers l'est pendant plus de 30 kilomètres; à l'ouest du Näsijärvi, on les retrouve à une distance de 4 kilomètres, dans la paroisse d'Ylöjärvi, et toujours au même niveau géologique (voir la carte).

Les galets de ce conglomérat archéen sont de dimension très-variable, les plus grands ayant un diamètre de 0,5 m, les plus petits étant microscopiques. Ils sont le plus souvent bien roulés et de forme diverse, selon leur nature pétrographique. La plupart d'eux consistent en diverses roches effusives porphyritiques, en „porphyritoïde", phyllade et leptite, toutes ces roches affleurant immédiatement au sud du conglomérat. Mais on y trouve aussi deux variétés de granite ou syénite quartzifère et une diorite quartzifère.

Le ciment du conglomérat est cristallin, mais au microscope il révèle un caractère originairement clastique. Il est composé de minces fragments des mêmes roches, qui forment les galets, mélangés de fragments de plagioclase, d'augite ouralitisé, d'olivine (? changé en biotite etc., et de minéraux secondaires, surtout de feldspath, de quartz et de biotite.

Les couches de conglomérat alternent avec un schiste d'un vert noirâtre, très riche en ouralite, qui est le tuf métamorphique d'une roche effusive basique. Toutes les couches sont verticales.

Au nord de ces couches de conglomérat, on rencontre, sur la pointe de **Kämmeenniemi**, une nouvelle couche conglomératique, épaisse de 20 mètres. Si cette couche, ainsi que les tufs et le phyllade affleurant au nord, ont été originairement superposés aux roches qui affleurent au sud du Hormistonlahti, l'épaisseur totale de la formation des schistes de Tammerfors n'est pas moins de 4—5,000 mètres, (2000 m. de phyllades, 1500 de tufs inférieurs et de zone conglomératifère et le reste tufs supérieurs avec leurs intercalations de phyllade et de conglomérat). L'ordre dans lequel nous venons d'énumérer les roches est en même temps celui de leur succession stratigraphique, le phyllade affleurant toujours à côté des gneiss qui le supportaient autrefois et ces derniers au sud des schistes.

Le fort contraste entre la stratification rectiligne des phyllades $(B\varphi)$ et le plissement intensif du gneiss $(A\gamma\nu)$ fait présumer un grand hiatus entre ces formations. En effet, on peut observer en plusieurs endroits, par exemple au nord d'Aittolahti, que les filons de granite $(A\gamma)$ qui abondent dans le gneiss, ne traversent jamais les phyllades. Seulement on observe au voisinage de la ligne de contact des deux formations de petites masses de granite porphyroïde intrus à l'état solide, durant le plissement du phyllade, mais jamais rien qui pût être interprêté comme injection de cette roche à l'état de magme.

Dans la région à l'est du Näsijärvi, au nord du Siuro et dans la contrée à l'ouest du Päijänne, on observe le contact net entre les phyllades et le granite porphyroïde: on peut y constater que le granite porphyroïde a servi de base aux sédiments métamorphosés qui composent la formation des schistes de Tammerfors.

Le granite ($B\gamma$) qui affleure au nord des schistes, montre toujours des phénomènes de contact indiquant son âge plus récent. Il traverse les schistes en nombreux filons et la pénétratition se montre souvent si intime que sur plusieurs centaines de mètres la roche de contact peut être appelée gneiss à filons ou schiste granitisé. On peut surtout bien étudier la naissance d'une telle roche intermédiaire sur la rive ouest du Näsijärvi, au contact nord de l'affleurement des schistes de Tam-

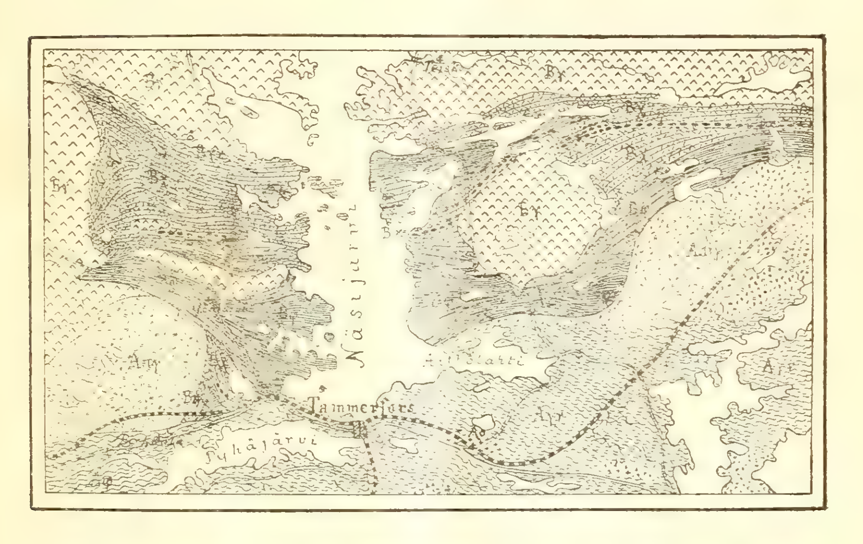


Fig. 2. Carte au 1:400,000 des environs du Lac Näsijärvi. $B\gamma$ = granite postbothnien, $B\zeta$ = porphyritoïde, $B\kappa$ = conglomérat, $B\varphi$ = phyllades et micaschistes, $B\psi$ = leptite de la formation bothnienne; $A\gamma$ = granite, $A\pi\gamma$ = granite porphyroïde, $A\delta$ = diorites et péridotites, $A\varphi$ = micaschiste, $A\gamma\nu$ = gneiss du terrain prébothnien.

merfors. Sur la rive orientale où l'on rencontre des phénomènes analogues, le porphyritoïde, riche en ouralite, se montre transformé en une roche massive, semblable à une diorite. Dans une autre zone de contact, à Orihvesi, les schistes sont changés, sur une distance de plus d'un kilomètre de la ligne de contact, en une roche schisteuse, rappelant une leptynite, riche en feldspath qui semble avoir cristallisé sous l'influence du granite environnant. Ce granite aussi montre une zone de contact endogène, zone qui se manifeste par une struc-

ture à la fois porphyrique et micropegmatitique évidente, quoique en partie dissimulée par le métamorphisme que la roche a subi après la solidification.

Le granite contient en plusieurs endroits des bandes de schistes allongées et, partout, des fragments très nombreux. Ces englobements sont en général fortement granitisés et présentent dans ce cas la structure d'un „gneiss à filons" ou d'une diorite. Mais ces enclaves montrent encore çà et là la structure et la composition minéralogique des schistes de Tammerfors et contiennent quelquefois des galets indubitables, preuve incontestable de l'origine sédimentaire de la roche englobée. Très souvent, comme par exemple au nord de Teiskola, ces enclaves offrent l'aspect d'une vraie diorite de structure très variable.

Les schistes qui affleurent dans les paroisses de Suodenniemi et de Lavia à l'ouest de Tammerfors, sont partiellement plus métamor-



Fig. 3. Carte au 1:400,000 de l'affleurement des schistes bothniens de Lavia et de Suodenniemi. $B\pi\gamma$ = granite porphyroïde postbothnien; $B\chi$ = porphyritoïde, $B\kappa$ = conglomérats, $B\varphi$ = phyllades et micaschistes de la formation bothnienne; $A\gamma$ = granite, $A\pi\gamma$ = granite porphyroïde, $A\lambda$ = „gneiss de Lavia", $A\gamma\nu$ = autres gneiss du *terrain prébothnien.*

phosés que ceux dont nous venons de parler. Le phyllade y est souvent remplacé par un micaschiste qui ne diffère que très peu, dans sa composition pétrographique, des micaschistes de la formation sous-jacente. On y rencontre aussi un conglomérat qui offre à peu près l'aspect d'un gneiss tacheté à amphibole. A Harju, dans la paroisse de Suodenniemi, on trouve un autre conglomérat très intéressant à cause de sa structure presque gneissique. A la surface attaquée par l'action atmosphérique, les contours des galets et leurs formes arrondies apparaissent très distinctement; mais dans des échantillons

et surtout dans les plaques minces, leurs limites sont confuses par suite de la présence de nombreux minéraux secondaires. Toutefois on peut reconnaître, parmi les galets, des représentants de quelques-unes des roches qui affleurent dans la formation sous-jacente de gneiss, entre autres du „gneiss de lavia" *(Aλ)*. Cette roche porphyroïde schisteuse rappelle, quand elle est bien conservée, un tuf ou une roche effusive porphyritique, à laquelle un fort métamorphisme a fait prendre l'aspect d'un gneiss.

Il est très intéressant de constater ici les preuves les plus positives d'une discordance entre les schistes bothniens de Lavia et les micaschistes du terrain sous-jacent qui offrent presque le même caractère pétrographique. A Lavia on observe en effet le contact net du granite (Aγ), traversant les schistes du terrain des gneiss, avec les schistes de Lavia; dans la zone de contact le granite présente le caractère d'une brêche qui, plus près des schistes, prend l'aspect d'un conglomérat fondamental. Evidemment la surface du granite a été désagrégée par l'action atmosphérique avant la déposition des sédiments qui, à l'état métamorphique, forment maintenant les schistes de Lavia et de Tammerfors. Le même phénomène se répète en plusieurs endroits de la même région, bien que dans une forme moins typique.

L'ensemble des schistes à l'ouest de la Finlande, formés, de même que les schistes de la région de Tammerfors, dans l'intervalle entre les deux grandes époques de l'éruption des granites archéens de ces contrées, a reçu le nom de formations bothniennes. A cette série de roches se rapportent également les porphyrites à ouralite de Tammela et de Kalvola à l'ouest de Tavastehus et de Pellinge près de Borgo; le caractère effusif de ces roches archéennes accompagnées de tufs etc., ne peut être méconnu. De plus, on doit probablement y rapporter aussi les schistes qui affleurent à Ylivieska, dans le gouvernement d'Uléaborg, et peut-être aussi quelques formations de la Suède du nord. Tous ces schistes, dont les couches sont toujours à peu près verticales, abondent en intercalations de conglomérats.

Encore dans les parties voisines de la côte du Golfe de Finlande, où le terrain est composé de roches archéennes d'un âge différent, disloquées à la même époque et intimement pénétrées par les granites post-bothniens, on peut trouver en plusieurs endroits des débris de roches bothniennes dont la composition originaire est assez bien conservée pour être reconnue.

Tout ce terrain ayant ainsi subi des dislocations intenses à une époque postérieure à la déposition des couches bothniennes, on ne peut douter de leur âge pré-cambrien, surtout si l'on prend en considération que les couches des roches cambriennes et siluriennes de l'Esthonie, sur la rive opposée, au sud du même golfe, sont à peu près horizontales. Il est à remarquer aussi que les grès pré-cambriens de Björneborg et de Kauhajoki et les roches granito-porphyriques, dites

„rapakivi", qui affleurent en massifs très étendus dans le sud de la Finlande, ne manifestent déjà aucun indice de dynamométamorphisme.

L'âge pré-cambrien des roches mentionnées étant prouvé par le fait qu'on les a rencontrées sous forme de galets dans un conglomérat à la base du cambrien fossilifère, il est évident que le plissement dans cette région était terminé bien avant la période cambrienne.

Mais l'âge des schistes bothniens semble pouvoir être déterminé d'une manière encore plus précise. Dans la partie est de la Finlande on trouve une série de sédiments plissés plus anciens que le rapakivi, mais plus récents que les granites archéens du type de ceux qui pénètrent les schistes de Tammerfors. Ainsi ceux-ci sont séparés de la base du groupe paléozoïque par deux puissantes formations (du rang d'un système) et trois discordances immenses.

Ils sont, de plus, si intimement liés au terrain fondamental cristallin, dit archéen, du sud de la Finlande, qu'il est absolument impossible de les séparer de celui-ci. Aussi leur présence en plusieurs points n'a-t-elle rien d'étonnant pour ceux qui ont fait des investigations sur ce terrain, de telles roches s'y trouvant à plusieurs endroits. En tout cas la formation de Tammerfors est celle où la nature sédimentaire et métamorphique des vrais schistes cristallins archéens se montre avec le plus d'évidence.

Comparativement à la simplicité qui règne ailleurs au sud de la Finlande, les formations glaciaires des environs de Tammerfors sont assez complexes.

Les stries glaciaires présentent ici plusieurs systèmes. Les directions prédominantes sont S. 25°—30° E. et S. 60°—65° E. (côté frappé au N — W.). Au sud de Tammerfors on observe des stries se dirigeant W.—E. et parfois N. 65° E. (côté frappé à l'W.). Ces diverses directions peuvent être expliquées comme provenant durant la retraite de la glace: mais au nord de la ville on trouve des stries, allant S. 5° E. (côté frappé au N.), transversalement aux premières et appartenant sans doute à un système plus récent, le même qui correspond à la grande moraine terminale dite „Hämeenkangas" qu'on trouve au nord-ouest de Tammerfors, et qui ressemble à un ås par sa configuration et sa constitution sableuse.

Au sud de Tammerfors et au-delà du domaine occupé par le système le plus récent, on trouve d'autres stries allant du nord au sud, peut-être les plus anciennes de cette région.

Le gravier de moraine est dans toute la contrée d'une composition très uniforme. Immédiatement au sud de la moraine terminale, dite Hämeenkangas, on a observé deux différentes couches de gravier de moraine, qui contiennent des débris de roches indiquant une origine différente. Le fait que ces couches de gravier sont séparés par un lit d'argile glaciaire, indique un intervalle assez long entre les

deux phases de la glaciation, dont chacune offre un système de stries différent.

Tammerfors est traversé dans la direction S. 60°—70° E. par un grand ås de gravier roulé. Cet ås fait partie du système d'åsar qui se dirige sous l'angle droit vers la grande moraine terminale du sud de la Finlande, dite Salpausselkä. Un autre ås qui se joint à celui-ci au sud-ouest de la ville, se dirige N. 80° E. A Suodenniemi on trouve près de Harju un petit ås dont les sinuosités, qui rappellent ceux d'un cours d'eau, semblent indiquer l'origine des åsar.

L'argile glaciaire (l'argile à Yoldia) de cette contrée offre souvent des couches annuaires très épaisses. Dans la contrée au nord-ouest de la ville; on a trouvé une argile déposée dans la „Mer à Ancylus" d'eau douce.

Partout dans cette contrée on trouve des terrasses formées par la mer arctique à Yoldia. Quelques roches sur la rive orientale du Näsijärvi permettent de constater que la mer y a atteint le niveau absolu de 166—167 m. Au-dessous de ce niveau les roches sont tout à fait nues, grâce à l'action des lames: mais au-dessus de la ligne nettement dessinée de ce niveau, les crevasses sont pleines de gravier de moraine. Le même gravier recouvre le sommet des roches.

Itinéraire.

Partant de Tammerfors on visitera les affleurements de schiste etc sur les deux rives du Näsijärvi, accessibles en bâteau à vapeur. Le deuxième jour on ira par le chemin de fer à Siuro, puis en voiture à Lavia. Près de la voie ferrée se trouvent les beaux rapides de Nokia, où est située une fabrique.

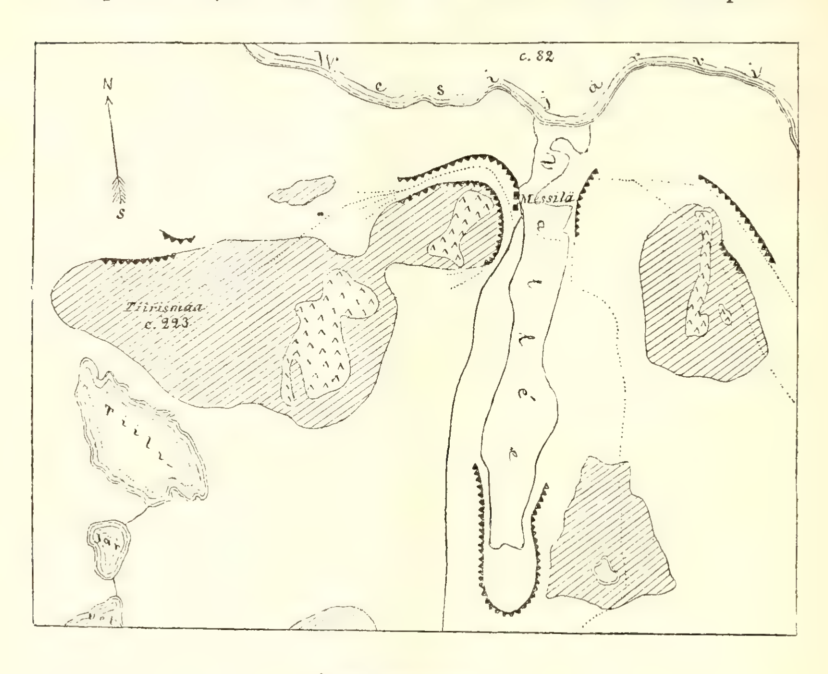
On s'arrêtera à Mauri et en plusieurs endroits de la paroisse de Suodenniemi pour visiter les affleurements de schiste etc. Après l'excursion à Lavia, on retournera le troisième jour, par le même chemin, à Tammerfors et on ira le jour suivant à Lahtis, où on arrivera le soir.

Visite à Lahtis.

A Lahtis le chemin de fer atteint la grande moraine terminale dite Salpausselkä qu'il suit jusqu'à Simola.

La direction de cette moraine, qui parcourt toute la Finlande méridionale sous forme de crête bien marquée, fait toujours un angle droit avec les stries glaciaires qu'on observe au nord et à l'ouest de la moraine. Quand la moraine se recourbe en arc, comme par exemple au sud-ouest du lac de Saïma, les stries glaciaires prennent aussi des directions divergentes en continuant de faire angle droit avec la moraine Dans l'est de la Finlande: les stries appartenant à ce système et allant du W. à l'E. se poursuivent encore à l'est de Salpausselkä et

ne s'arrêtent que quand ils atteignent une ligne marquée par de grandes accumulations de sable et de gravier roulé, qui va de Salmis, au N.—E. du Ladoga, vers le N.—W., dans la contrée au nord du lac Jänisjärvi. Ce n'est que du côté est de cette formation, qui doit être une sorte de moraine terminale, qu'on trouve des stries appartenant à un système plus ancien, allant du N.—N.—W. au S.—S.—E. Ainsi le Salpaus-



Legende:

Terrasses

"Spits" (accumulations de galets)

Roches

Depôts glaciaux

(supramarins)

c. 82 Niveau (mètres)

Chemins

Fig. 4.

selkä ne peut pas être regardé comme limite d'une glaciation particulière, mais seulement comme moraine terminale qui s'est formée dans un certain temps stationnaire à l'époque de la retraite des glaces. Au nord, à une distance de 10 à 20 kilomètres, s'allonge une crête parallèle de la même formation que le Salpausselkä.

On s'arrêtera à Lahtis pour visiter le Salpausselkä et pour faire une excursion à la ferme de Messilä où on verra l'ancien rivage de la mer à Yoldia (la mer glaciaire).

Entre la gare et le bourg de Lahtis, la moraine terminale offre plusieurs excavations qui permettent d'étudier en détail la structure et la stratification du Salpausselkä.

Au sud et à l'est des fermes de Messilä s'étend le fond de l'ancienne mer glaciaire. Il est rempli de nombreux blocs roulés et lavés, et d'accumulations de galets et de sable. Tout près des maisons, bâties sur une terrasse formée par érosion de la mer à Yoldia, l'ancienne ligne du rivage (156 m) se dessine sous forme d'un amas de grands blocs. En d'autres lieux près de Messilä, cette ligne de rivage est marquée par de petites accumulations de galets et de gravier. Aux promontoires qui entourent les embouchures des anciens golfes, ces cordons littoraux sont rangés l'un à côté de l'autre en lignes sous forme d'éventail („spits").

La surface de la moraine au-dessous de la „limite marine", diffère beaucoup de celle qui est au-dessus. La première, qui avait été exposée à l'action des vagues, est dépouillée de ses éléments les plus fins. La dernière contient encore, même dans les parties superficielles, un fin détritus typique des dépôts glaciaires.

A Messilä saille de la moraine le noyau d'un quartzite archéen que sa dureté a protégé de l'érosion et qui forme l'endroit le plus élevé du sud de la Finlande (223 m). Promenade à son sommet, Tiirismaa, d'où on jouit d'une vue splendide sur le lac de Vesijärvi et ses environs.

Retour à Lahtis et départ pour la ville de Kotka.

De Lahtis à Hogland.

A la station de Nyby le Salpausselkä atteint sa plus grande hauteur au-dessus de la contrée plate qui l'entoure. Au nord de Kouvola le chemin de fer le traverse par une tranchée de 12 m de profondeur; la moraine terminale y montre une stratification très distincte et des intercalations de lits de moraine.

Entre Nyby et Kausala on s'engage dans le grand affleurement de rapakivi de Wiborg, qui a une superficie de plus de 1200 km carrés. Le rapakivi est un granite porphyroïde à grands cristaux d'orthose entourés d'une enveloppe d'oligoclase et séparés par une pâte à grain moyen de structure micropegmatitique. La roche se désagrège très rapidement sous l'action atmosphérique, surtout dans les parties tournées vers le sud. A cause de cette désagrégation beaucoup des rochers y sont changés en collines de gravier.

Dans les environs de Kotka on aura l'occasion d'étudier le rapakivi typique, ici très peu altéré.

Départ de Kotka pour l'île de Hogland.

L'île de Hogland s'élève à peu près à l'endroit où le Golfe de Finlande a sa plus grande largeur. Isolée au milieu de la mer, elle s'aperçoit de loin: les cimes des monts de Pohjoiskorkia (106 m), de Haukkavuori (147 m) et de Lounatkorkia (158 m) se dessinent d'abord sur l'horizon comme trois îlots, mais à mesure qu'on s'en approche, les parties plus basses se font voir et ses monts apparaissent réunis; le Hogland, long de 11 km et large de 1,5 à 3 km, s'étend comme un grand massif rocheux devant les yeux du spectateur.

Son versant occidental est escarpé; le versant oriental a des pentes plus douces et a ainsi offert des lieux favorables à l'habitation; c'est là que sont situés les deux villages de l'île: le Suurikylä avec 500 habitants environ, et le Kiiskinkylä avec 250 habitants. L'île de Hogland possède trois phares et une station de pilotes.

Traits principaux de la géologie de l'île de Hogland.

PAR

Wilhelm Ramsay.

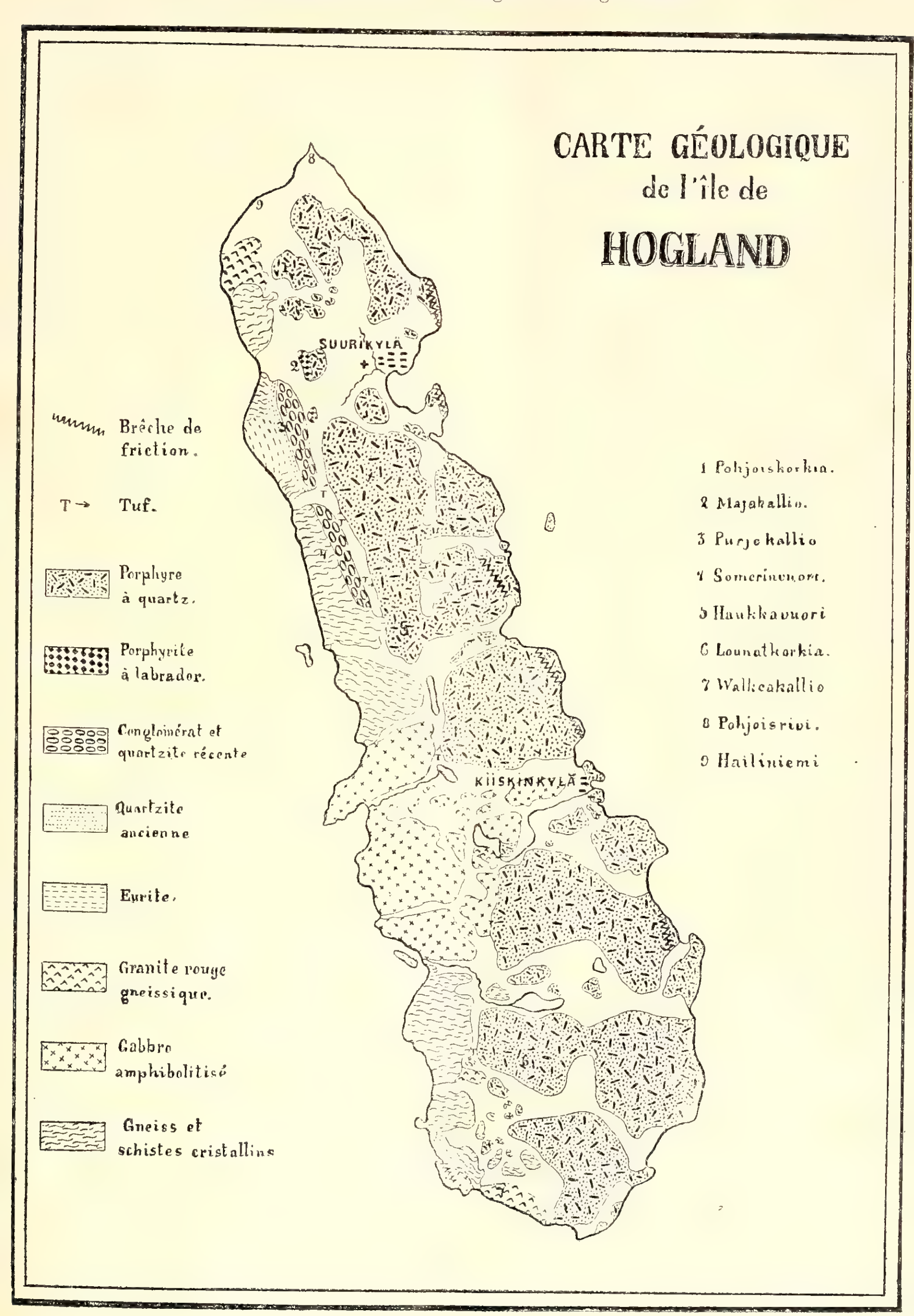
L'intérêt de la géologie de l'île de Hogland tient à ce qu'un assez grand nombre des différentes roches qui constituent la terre ferme de la Finlande, se trouvent représentés dans un espace aussi limité. En même temps on peut y voir de beaux exemples de l'érosion glaciaire et des vestiges des transgressions des mers quaternaires.

La partie la plus considérable de l'île, c'est-à-dire l'ensemble des grands monts qui s'élèvent à l'est d'une ligne de petits vallons entre la pointe de Hailiniemi et le rocher de Valkeakallio, est formée de porphyre à quartz (microgranites porphyriques et porphyres quartzifères). L'âge de cette roche est le pré-cambrien et correspond à celui du granite, dit rapakivi, du sud de la Finlande. Les autres parties de l'île sont constituées par des roches antérieures au porphyre à quartz.

Parmi ces roches, surtout au sud et au nord de l'île, les plus développées sont diverses espèces de gneiss et de schistes cristallins de l'âge archéen. Leurs couches sont fortement disloquées et plissées; de nombreux filons de granite les traversent et y sont injectés.

La partie centrale de Hogland est remplie par un gabbro amphibolitisé, roche composée de labrador en partie saussuritisé, d'oligoclase, d'actinote, d'ouralite contenant quelques restes d'augite, et offrant sous le microscope des traces évidentes d'une action dynamométamorphique. Le granite rouge qui traverse les couches des gneiss et des schistes mentionnés plus haut, pénètre aussi, en nombreux filons, le gabbro amphibolitisé.

Cependant ce granite ne traverse pas les couches de quartzite ancienne et d'eurite qui se trouvent dans les rochers de Purjekallio et de Somerinvuori. Ces roches sont donc postérieures à l'érup-


CARTE GÉOLOGIQUE
de l'île de
HOGLAND
Brêche de friction.
Tuf.
Porphyre à quartz.
Porphyrite à labrador.
Conglomérat et quartzite récente
Quartzite ancienne
Eurite.
Granite rouge gneissique.
Gabbro amphibolitisé
Gneiss et schistes cristallins
1 Pohjoiskorkia.
2 Majakallio.
3 Purjekallio
4 Somerinenort.
5 Haukkavuori
6 Lounatkorkia.
7 Walkeakallio
8 Pohjoisrivi.
9 Hailiniemi
SUURIKYLÄ
KIISKINKYLÄ

tion du granite appartiennent par conséquent à des formations beaucoup plus récentes que celles des gneiss, des schistes cristallins et du gabbro. Conformément à leur âge plus récent, elles montrent au microscope une structure encore franchement clastique, malgré la cristallisation d'une grande quantité de mica blanc et d'autres minéraux, formés sous l'influence du métamorphisme régional, tandis que les schistes, traversés par le granite, sont complètement cristallins. De même que les couches de ceux-ci et les formations du gabbro, le quartzite et l'eurite sont disloqués et plissés.

Les plis abradés du quartzite ancien sont recouverts en discordance par un conglomérat consistant en grès et en grands galets de quartzite et formant une couche sur les sommets des rochers de Purjekallio et de Somerinvuori. Il plonge faiblement vers l'est, mais la roche ne montre plus de traces du métamorphisme régional. Un quartzite à grain fin, dont on voit un affleurement au pied du versant occidental du rocher de Majakallio, est contemporain du conglomérat.

Une autre roche plus récente que le conglomérat est une porphyrite à labrador (diabase porphyrique). On la voit dans le Majakallio reposer sur le quartzite le plus récent; dans le rocher de Pyttykallio ce diabase porphyrique et un tuf qui l'accompagne, renferment des enclaves de granite et de quartzite du conglomérat.

La plus récente de toutes les roches de Hogland, le porphyre à quartz (microgranites et micropegmatites porphyriques) a rempli une dépression à l'est des parties les plus anciennes de l'île, et les recouvre en plusieurs endroits. Il contient souvent des enclaves d'autres roches, surtout dans le mont de Lounatkorkia, qui est plein d'englobements de granite et de porphyrite à labrador. Ceux-ci, de même que les couches de porphyrite recouvertes par le porphyre à quartz, ont subi un métamorphisme sous l'influence de la roche encaissante. Ce porphyre, le plus souvent d'une structure microgranitique et micropegmatitique avec de grands cristaux d'orthose et de quartz, devient felsitique et même vitreux près de la ligne de contact avec les roches antérieures.

En quelques lieux on trouve sous le porphyre des couches de tuf. Le tuf est constitué par la matière provenant du porphyre et par les enclaves du diabase porphyrique, du granite etc., formant ensemble des brèches éruptives.

Le porphyre de l'île de Hogland n'est qu'un reste de couches plus étendues qui, de la même manière que les masses du „rapakivi" au sud de la Finlande, ont rempli de grandes dépressions. Evidemment des mouvements verticaux de l'écorce terrestre ont eu lieu après la formation du porphyre, et l'île de Hogland est restée comme un massif surélevé. Les failles principales qui l'entourent sont cependant couvertes par la mer, mais des ruptures se sont produites dans leur voisinage. Elles se sont manifestées par des brèches de friction dans le porphyre, sur le rivage oriental et dans quelques roches de la côte occidentale.

Pour former de ce butoir l'île de Hogland, il a suffi de l'érosion. Le dernier travail de sculpture a été achevé par l'action de l'inlandsis au temps glaciaire. Les glaces se sont propagées du NNE au SSW, direction des stries et des faces moutonnées des rochers.

L'inlandsis disparu, l'érosion marine commença son travail, car l'île de Hogland a été en grande partie submergée sous la mer à Yoldia, le lac à Ancylus et la mer à Litorina. A cause de la transgression de ces mers il s'est formé de grands amas de blocs roulés, de galets et de sable, accumulés en monticules, en terrasses et en cordons littoraux. D'après M. Berghell, le niveau de la mer Yoldia se trouvait à 86 m au-dessus de la mer actuelle, celle du lac Ancylus à 61 m et celle de la mer Litorina à 38 m.

Itinéraire.

Descente à Suurikylä. Visite au promontoire de Kappelniemi, où on verra la brèche de friction dans le porphyre.

Promenade de Suurikylä à la pointe de Pohjoisrivi: on verra diverses espèces de porphyre à quartz et l'action actuelle de la mer sur le rivage.

Ascension du mont de Pohjoiskorkia: Porphyre à quartz; anciennes lignes de rivage se montrant sous forme d'accumulations de blocs roulés et de galets; une grotte du temps de la mer à Yoldia.

Pohjoiskorkia: vue générale de l'île et de sa constitution géologique.

Marche de Pohjoiskorkia au rocher de Majakallio: on traverse d'abord la limite de la mer à Yoldia (à 86 m, d'après M. Berghell) et puis un grand espace couvert des accumulations formées par l'action de cette mer.

Sur la face occidentale du rocher de Majakallio on verra la coupe suivante:

Porphyre à quartz (en haut).
Diabase porphyritique.
Quartzite (en bas).

Visite au rocher de Pyttykallio: Porphyrite à labrador et tuf avec enclaves de granite et de quartzite.

Visite au Purjekallio: Conglomérat de quartzite, recouvrant en discordance le quartzite ancien.

Après avoir examiné le tuf au-dessous du porphyre à quartz au pied du mont de Haukkavuori, on se rendra en bateau à vapeur de Suurikylä à Kiiskinkylä.

Marche de Kiiskinkylä au lac de Liivalahdenjärvi: Porphyre à quartz; gabbro amphibolitisé traversé de nombreux filons de granite: tuf du porphyre.

Au lac de Ruokolahdenjärvi: Ligne de contact du porphyre avec le gabbro amphibolitisé.

Enfin, au sommet du mont de Lounatkorkia: Porphyre à quartz avec enclaves de granite et de porphyrite à labrador.

Départ de l'île de Hogland en bateau à vapeur pour Wiborg.

De Wiborg à St. Pétersbourg par chemin de fer.

Excursion à Imatra.

PAR

J. J. Sederholm

Entre Saint-Pétersbourg et Wiborg, le chemin de fer parcourt une contrée où les formations quaternaires règnent exclusivement.

Le pays plat, nivelé par l'action des vagues, avait été couvert par la mer arctique à Yoldia; les quelques îlots qui en émergeaient sont jusqu'aujourd'hui entourés de terrasses indiquant les plus hauts niveaux atteints par la mer.

Près de Wiborg on aperçoit les premières roches du sous-sol cristallin.

Entre Wiborg et St-André, on passe dans le grand affleurement du „rapakivi“ de Wiborg (voir p. 11), dont les roches désagrégées se montrent partout près du chemin de fer. Près de la station de St-André, on traverse la limite de cet affleurement; on y constate un grand contraste entre les granites archéens fortement dynamométamorphiques et le rapakivi exempt de toute trace de métamorphisme.

A St-André on traverse le large et imposant fleuve „Wuoksi“, que le chemin de fer suit dès lors sur un parcours de quelques kilomètres jusqu'à Imatra.

Là les eaux puissantes du Wuoksi se resserrent dans une étroite gorge rectiligne, longue de 350 m et d'une largeur moyenne de 23—25 m. Sur cet espace le niveau s'abaisse de 9—10 m. La pente est rapide en amont et en aval de la gorge, ce qui donne pour tous les rapides une différence de niveau de plus de 15 m. Ces rapides sont imposants par leur puissance, plutôt que par leur hauteur. On évalue la masse d'eau à 450—700 m^3 par seconde et la puissance des rapides à plus de 100,000 chevaux-vapeur.

Sur le bord est de la gorge que les rapides ont creusée dans le granite gneissique dans un sens parallèle à sa schistosité, on trouve le lit ancien de l'Imatra, qui était 4—6 fois plus large et dont le fond était à 6—8 m au-dessus du niveau des rapides actuels.

Tout ce terrain est rocheux et en grande partie couvert de blocs et de galets; on y observe des marmites de géants très nombreuses. L'argile glaciaire, qui se dresse en falaise à l'est de ce terrain, a été couverte autrefois, mais fut déblayée au moment où se forma le fleuve. Puis les rapides commencèrent à creuser successivement leurs lits dans le granite qui présente des fissures nombreuses facilitant l'érosion. A mesure que s'approfondissait la gorge qui suit la rive haute de l'est, le

fleuve quittait son ancien lit; il coule maintenant au fond d'un canon peu profond d'âge postglaciaire.

Les rapides de l'Imatra, qui ont dû autrefois mériter, mieux que maintenant, le nom de cataracte ou chute d'eau, sont de date assez ré-

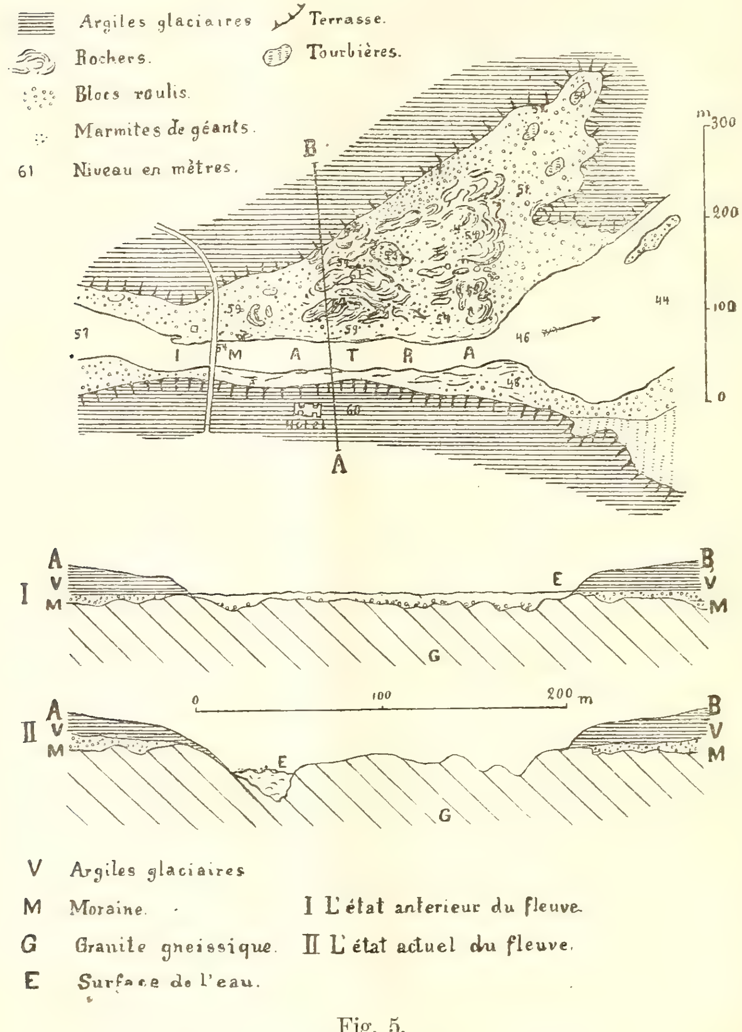


Fig. 5.

cente. Les eaux du Saïma, barrées par la moraine terminale dite Salpausselkä, s'écoulaient autrefois par un fleuve au cours sinueux qui se dirigeait vers l'ouest et se réunissait au fleuve Kymmene au nord de la station Kouvola. Les lacs dits Kivijärvi, marqués sur la feuille

Walkeala de la carte géologique de Finlande, sont les restes de ce fleuve. Actuellement ces lacs, comme l'a constaté dernièrement M. Berghell, sont séparés du lac de Saïma par une barre, haute de 5 mètres. Sous l'influence du soulèvement inégal du sol, la nappe d'eau du Saïma s'éleva de plus en plus au sud, jusqu'à ce qu'il atteignit, au nord de l'Imatra, le sommet de la crête Salpausselkä et la perça. C'est alors que l'ancien écoulement cessa et que se forma le fleuve Wuoksi.

Si toute la gorge eût été excavée par les rapides, la masse des roches déblayées s'évaluerait à environ 150,000 m³, quantité très considérable, même si on la repartit sur un temps de 5,000 à 10,000 ans.

A une distance d'un kilomètre au sud des rapides, on trouve sur la rive est du Wuoksi les „pierres d'Imatra", connues de tous les géologues. Ces pierres qu'on recueille au bord de l'eau sont des concrétions de marne, formées dans l'argile glaciaire qui se dresse en falaise escarpée.

A 6 kilomètres au sud de l'Imatra est situé le rapide de Wallinkoski, que beaucoup de voyageurs préfèrent à l'Imatra à cause de ses environs pittoresques et de sa pente plus forte.

Au nord de l'Imatra, et à une distance de 7 kilomètres, le lac de Saïma étale sa grande nappe d'eau parsemée de milliers d'îles. Le Saïma est le plus grand et le plus caractéristique des lacs de la Finlande—le „Pays des Mille Lacs"—et on peut le parcourir en bateau à vapeur jusqu'à Kuopio et Iisalmi, situés à 400 kilomètres environ de la côte.

Tableau de l'équivalance des roches précambriennes de la Finlande méridionale par J. J. Sederholm.

		Région au nord du Golfe de Finlande.	L'île de Hogland (d'après M. W. Ramsay).	Région au nord du lac Ladoga.
Formations algonkiennes (ou groupe archéozoique)	Formations jotniennes	*Diabase à olivine*. Grès des environs de Björneborg. *Rapakivi* de Nystad, d'Alande, de Wiborg. *Gabbros (anorthosites)* de Jaala.	Porphyre à quartz avec ses tufs. Porphyrite à labrador avec tuf. Conglomérat et quartzite récente.	*Diabase gabbroïde* de Walamo. Grès du Ladoga. *Rapakivi* de Salmis.
	Discordances.			
	Formations jatuliennes	Font défaut	Quartzite ancienne et eurite	*Diorite*, argillites, dolomie, quartzites et conglomérats de Suojärvi, de Soanlahti, de Pielis, de Kuusamo etc.
Discordances.				
Terrain fondamental dit archéen	Formations archéennes supérieures	*Granite* affleurant au nord de Tammerfors. *Granite rouge gneissique* de la côte méridionale. Schistes bothniens de Tammerfors etc. Porphyrites à ouralite de Tammela, de Pellinge etc. Schistes d'Ylivieska.	*Granite rouge.* *Gabbros amphibolitisés.*	*Granite gneissique.*
		Discordances.		
	Formations archéennes inférieures y compris les	*Granites anciens, gabbros, péridotites* etc. Schistes et gneiss schisteux prébothniens.	Gneiss et schistes cristallins d'âge indeterminé.	Schistes ladogiens et gneiss schisteux équivalents.
	Formations katarchéennes	Soubassement inconnu.		Gneiss granitique le plus ancien.

CARTE GÉOLOGIQUE de la FINLANDE

$\frac{1}{6\,300\,000}$

- q — Quaternaire
- ν — Syénite à cancrinite et ijolite
- cb' — Cambrien ?(en Laponie); pf — Grès précambrien („jotnien") des environs de Björneborg
- Diabases et gabbros
- Granites porphyriques dits rapakivi
- Diorites postjatuliennes
- Formations „jatuliennes" (Quartzites etc)
- γ — Granites archéens
- b — Formations de schistes „bothniens"
- l — Formations de schistes ladogiens
- Aλ — Leptynite (deutsch „Granulit") de Laponie
- Ab — Gneiss et granites gneissiques prébothniens ou d'âge indéterminé
- Aa — Gneiss granitique préladogien

ULEÅBORG
NIKOLAISTAD
KUOPIO
St MICHEL
Björneborg
Tammerfors
TAVASTEHUS
ÅBO
HELSINGFORS
VIBORG
Imatra
LADOGA
St PÉTERSBOURG

Bibliographie.

On n'énumère ici que les publications possédant un intérêt général ou celles qui concernent spécialement les contrées qu'on visitera.

Pétrographie et stratigraphie des roches anciennes.

Andersson. Joh. Gunnar: Till frågan om de baltiska postarkäiska eruptivens ålder. Geolog. Fören. Förh. Stockholm. Bd. 18. 1896. P. 58.

Berghell, Hugo: Beskrifning till kartbladet № 33. Wiborg. Finlands Geol. Und. (Sous la presse).

— och Benj. Frosterus: Finl. Geol. Und. Beskrifning till kartbladet № 28. Säkkijärvi.

Cohen, E. und Deecke, W.: Ueber Geschiebe aus Neu-Vorpommern u. Rügen. Mitth. des naturw. Ver. für Neu-Vorpommern und Rügen. 23 Jahrg. 1891.

— Erste Fortsetzung. Ibid. 28 Jahrg. 1896.

Frosterus, Benj.: Ueber ein neues Vorkommnis von Kugelgranit unfern Wirvik bei Borgå in Finland, nebst Bemerkungen über ähnliche Bildungen. Tschermaks Min. u. Petrogr. Mitth. Bd. XIII. 1892.

— Ueber einen neuen Kugelgranit von Kangasniemi in Finland. Bull. Comm. géol. de la Finlande, № 4. 1896.

Högbom, A. G.: Om postarkäiska eruptiver inom det svenskt-finska urberget. Geol. Fören. Förh. Stockholm. Bd. 15. 1893. P. 209.

Moberg, K. Ad.: Beskrifning till kartbladet № 3. Finl. Geol. Und. 1881.

— Beskrifning till kartbladet № 6. Finl. Geol. Und. 1883.

— Beskrifning till kartbladet № 8. Finl. Geol. Und. 1885.

— Beskrifning till kartbladet № 27. Fredrikshamn. Finl. Geol. Und. 1895.

Popoff, Boris: Ellipsoidische Einsprenglinge des finländischen Rapakiwi-Granites (en langue russe, résumé en allemand). Труд. Имп. Спб. Общ. Естествоиспыт. 1897.

Ramsay, Wilhelm und Berghell, Hugo: Das Gestein von Iiwaara in Finnland. Geol. Fören. Förh. Bd. XIII, p. 300. Stockholm 1891.

— und Nyholm, E. T.: Cancrinitsyenit und einige verwandte Gesteine aus Kuolajärvi. Bull. Comm. Géol. de la Finlande, № 1. Helsingfors. 1895.

Sederholm, J. J.: Beskrifning till kartbladet № 18. Tammela. Finl. Geol. Und. 1890.

Sederholm, J. J.: Ueber die finnländischen Rapakiwigesteine. Tscherm. Min. und Petrogr. Mitth. Bd. XII. Wien. 1891.
— Studien über archäische Eruptivgesteine aus dem südwestlichen Finnland. Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mittheilungen. Bd. XII. Wien. 1891.
— Om bärggrunden i södra Finland. Fennia, 8, № 3. (Deutsches Referat). Helsingfors. 1893.
— Ueber einen metamorphosirten präcambrischen Quarzporphyr von Karvia in der Provinz Åbo. Bull. Comm. Géol. de la Finlande. № 2. 1896.
— Om indelningen af de prekambriska formationerna i Sverige och Finland och om nomenklaturen för dessa äldsta bildningar. Geol. Fören. Förh., Bd. XIX, Stockholm, 1897.
— Ueber eine archäische Sedimentformation im südwestlichen Finnland. Bull. Comm. Géol. de la Finlande, № 6 (sous presse). Contiendra une description détaillée de la géologie des environs de Tammerfors.
Törnebohm, A. E.: Om användandet af termerna arkeisk och algonkisk på skandinaviska förhållanden. Geol. Fören. Förh. Stockholm. Bd. 18, ss. 285—299.
Ungern-Sternberg, Th. von: Untersuchungen über den finnländischen Rapakivigranit. Inauguraldissertation. Leipzig, 1882.
Wiik, F. J.: Om skifferformationen i Tavastehus län. Bidrag till känned. af Finlands natur och folk, utg. af Finska Vet. Soc. Hft. 26. Helsingfors. 1874.
— Öfversigt af Finlands geologiska förhållanden. Akad. afh. Helsingfors. 1876.
— Om brottstycken af gneis i gneisgranit från Helsinge socken. Bidr. t. känned. af Finl. natur och folk. Hft. 46. Helsingfors. 1887.
— Om södra Finlands primitiva formationer. Fennia, 12, № 2. Helsingfors. 1896.

Géologie de l'île de Hogland.

Hoffmann, E., Geognostische Beobachtungen auf einer Reise von Dorpat bis Åbo. Beitr. zur Kenntn. des russischen Reiches, herausg. von v. Baer und v. Helmersen. Bd. IV, 1841.
Lagorio, A.: Mikroskopische Analyse ostbaltischer Gesteine. Dorpat. 1876.
Lemberg, J.: Die Gebirgsarten der Insel Hochland chemisch-geognostisch untersucht. Arch. für die Naturk. Liv-, Esth- und Kurlands Erste Serie. Bd. IV. 1868.
Ramsay, Wilhelm: Om Hoglands geologiska byggnad. Geol. Fören. Förh. Bd. XII. Stockholm. 1890.
— Beskrifning till kartbladen № 19 och 20, Hogland och Tytärsaari. Finl. Geol. Und. 1891.

Formations quaternaires.

Anderson, Gunnar: Svenska växtvärldens historia. Stockholm 1896.

Berghell, Hugo: Geologiska iakttagelser, hufvudsakligast af kvartärbildningarna, längs Karelska järnvägens två första distrikt och Imatrabanan. (Deutsches Referat) Fennia, 4, № 5. 1891.

— Geologiska iakttagelser längs karelska järnvägen. II. (Deutsches Referat) Fennia, 5, № 2. Helsingfors 1892.

— Huru bör Tammerfors-Kangasalaåsen uppfattas? (Deutsches Referat) Fennia, 5, № 3. 1892.

— Beobachtungen über den Bau und die Configuration der Randmoränen im östlichen Finnland, Fennia, 8, № 5. 1893.

— Bidrag till kännodomen om södra Finlands kvartära nivåförändringar. (Deutsches Referat) Fennia, 13, № 2. 1896. Bull. du Comm. géol. de la Finlande, № 5. 1896.

De Geer, Gerard: Quarternary changes of level in Scandinavia. Bull. Geol. Soc. Am., Vol. 3, 1891.

— Om kvartära nivåförändringar vid Finska viken. Geol. Fören. Förh. Stockholm. Bd. XV, 1894.

— Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden. Stockholm 1896.

Frosterus, Benj.: Några iakttagelser angående skiktade moräner samt rullstensåsar. (Deutsches Referat), Fennia, 3, № 8. 1890.

Helmersen, G. v., Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands. Mém. de l'Acad. Imp. des Sciences de St-Pétersbourg. VII Sér. T. XIV, № 7. 1869.

Herlin, R.: Tavastmons och Tammerforsåsens glacialgeologiska betydelse. Geogr. Fören. Tidsk. 1891.

— Palaeontologisk-växtgeografiska studier i norra Satakunta. Vetensk. meddel. af Geogr. Fören. i Finland, III, 1896.

— Tavastmons erosionsterrasser och strandlinier. (Deutsches Referat) Fennia 12. № 7. Helsingfors 1896.

Krapotkin, P. A.: Письма чл.-сотр. П. А. Крапоткина во время геологической поѣздки по Финляндіи и Швеціи, 1871.

— Гипсометрическая карта южной Финляндіи къ изслѣд. о ледник. пер. Зап. по Общ. геогр. Т. VII.

Munthe, Henr.: Studier öfver Baltiska Hafvets kvartära Historia. Bihang Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 18, II, № 1. 1892.

— Preliminary Report on the physical geography of the Litorina-Sea. Bull. Geol. Instit. of Upsala. Vol. II, № 3. 1894.

Nathorst, A. G.: En växtförande lera från Wiborg i Finland Geol Fören. Förh. Stockholm. Bd. XVI, 1894.

Nordenskiöld, Nils: Beitrag zur Kenntniss der Schrammen in Finnland. Acta Soc. Scient. Fennicae, Tome VII. 1860.

Ramsay, Wilhelm: Ueber den Salpausselkä im östiichen Finnland. Fennia, 4, № 2. Helsingfors 1891.

Ramsay, Wilhelm: Till frågan om det senglaciala hafvets utbredning i södra Finland. Bihang af V. Hackman och J. J. Sederholm (Résumé en français). Fennia, 12, № 5. Helsingfors 1896. Bull. du Comm. géol. de la Finlande, № 3. 1896.

Rosberg, J. E.: Ytbildningar i ryska och finska Karelen med särskild hänsyn till de Karelska randmoränerna. (Deutsches Referat) Fennia, 7, № 2. 1892.

Sederholm, J. J. Om istidens bildningar i det inre af Finland. (Deutsches Referat) Fennia, 1, № 7. 1889.

Segercrantz, W.: Några förekomster af postglacialt skalgrus i Finland. Fennia, 12, № 8. 1896.

Sieger, R. Seeschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien. Zeitschr. d. Gesellsch. für Erdkunde. Berlin. Bd. 28. 1893. № 1 u. № 6.

XIV.

DE MOSKOU A KOURSK

(viâ Podolsk, Toula, Aleksine, Orel)

PAR

S. NIKITIN.

La ligne du chemin de fer de Koursk, quittant Moscou à l'est de la ville, va traverser la vallée de la rivière Yaouza pour descendre dans la large vallée de la Moskwa et se prolonger le long de son bord. constitué par les sables inférieurs stratifiés contenant des blocs erratiques Q_1^1a. La rive droite de la Moskwa est ici composée des mêmes dépôts jurassiques, volgiens et pléistocènes, qu'on a déjà vus aux environs de Moscou (Mniovniki). Le volgien est aussi en grande partie détruit; le jurassique n'arrive, au niveau de l'eau. que jusqu'au séquanien (J_3^s) à *Card. alternans*. Le haut est occupé par les sables inférieurs (Q_1^1a) et l'argile morainique brun rougeâtre à blocaux (Q_1^1b) qui, puissamment développée ici, s'étend au loin vers le sud en recouvrant toute la surface du pays le long de la voie ferrée. Ce n'est que vers la rivière Oka, près de Serpoukhow, que l'argile disparaît par endroits, pour faire place aux sables inférieurs. Le sol et la végétation de la contrée présentent à peu près le même type que nous avons décrit dans la première page de notre guide des environs de Moscou.

A juger d'après les sondages et d'après les coupes des bords des ruisseaux voisins, il paraît hors de doute que les dépôts quaternaires mentionnés recouvrent des restes plus ou moins bien conservés de dépôts volgiens et jurassiques dont l'épaisseur diminue progressivement vers le sud. La rivière Pakhra et ses affluents plus ou moins importants montrent déjà les murs des calcaires carbonifères de l'étage moscovien (C_2).

[1]) Voir le guide I (Environs de Moscou).

Podolsk.

Quelques kilomètres avant d'arriver à la ville de Podolsk, la voie ferrée traverse la rivière Pakhra, la haute rive gauche de laquelle montre, immédiatement en aval du pont du chemin de fer, une belle coupe des calcaires de l'étage moscovien (C_2) atteignant 24 mètres de hauteur. Actuellement ces calcaires sont largement exploités par la Société de la fabrique de ciment. Bien que les galeries d'extraction ne soient creusées que dans les horizons exploités, l'ensemble des coupes de la rive permet de reconstituer la succession suivante des couches:

Argile morainique, environ 3 mètres.

Calcaire jaunâtre dolomitique, brisé en morceaux.

Couche interstratifiée marneuse, verdâtre.

Calcaire corallien jaunâtre à *Syringopora parallela, Aulopora macrostoma, Chaetetes radians, Bothrophyllum conicum, Fenestella veneris, Polypora martis* etc.

Dolomie argileuse verdâtre.

Marbre jaune podolien. Sous cette appellation on designe un calcaire compact, dur, facilement polissable, contenant de nombreux restes de coraux, cidarides, foraminifères métamorphosés en calcite, qui donne à toute la couche, terreuse dans sa base, une fausse structure cristalline à intercalations spathiques.

Dolomie verdâtre argileuse.

Pierre à socle, tendre, blanche.

Des restes passablement rares de *Spirifer mosquensis, Productus semireticulatus* et *Archaecidaris rossica* se rencontrent tant dans le marbre jaune que dans la pierre blanche à socle. Dans ce dernier horizon nous avons de plus trouvé, dans une carrière située à 6 km. de là vers le NW, une riche faune de céphalopodes, décrits par M. Tzwétaew dans les Mémoires du Comité Géologique. Vol. V, № 3.

Plusieurs des horizons indiqués sont utilisés: l'argile morainique fournit les briques rouges qui sont le principal matériel de construction de Moscou; le marbre podolien s'emploie pour escaliers, planchers etc. Quelques-uns des horizons consistent presque en pure carbonate de chaux qui, mêlé dans les proportions exigées avec de l'argile, donne le ciment de Portland, alors que les marnes dolomisées fournissent le ciment romain.

Un sondage exécuté non loin de Podolsk, près du village Jérino, a traversé, sous l'argile morainique, 7,85 m. de dépôts jurassiques (J_3), 140,5 m. du calcaire de l'étage moscovien (C_2), 24,6 m. du calcaire carbonifère de la section inférieure (C_1^2), 62,2 m. de l'étage argilo-arénacé houillifère (C_1^1), et s'est arrêté à 18,5 m. dans le calcaire du dévonien supérieur.

Serpoukhow sur l'Oka.

Les alentours de cette ville sont d'un grand intérêt pour le géologue étudiant les dépôts carbonifères du bassin de Moscou. On peut y observer en plusieurs endroits la transition directe des calcaires de l'étage moscovien (C_2) à l'assise des calcaires de la section inférieure (C_1^2) [1]. La partie supérieure de cette section inférieure a reçu dans la littérature géologique des derniers temps le nom d'étage de Serpoukhow (C_1^2c) ou sous-étage à *Spirifer Kleini*. L'étage présente en haut des argiles grises et rose rougeâtre, contenant en profusion *Productus lobatus* Sow., *Athyris ambigua* Sow., *Spirifer Kleini* Fisch.: vers le bas, les argiles passent à des calcaires gris compacts dolomitiques et dolomies, dans lesquels les formes citées sont accompagnées d'une série de fossiles propres au Mountain-limestone de l'Europe occidentale, tels que *Orthis resupinata*, *Martinia glabra*, *Streptorhynchus crenistria*, *Productus Cora*, *Pr. punctatus*, *Pr. scabriculus* etc. Le fossile prédominant dans les assises plus inférieures *Productus giganteus*, se rencontre encore rarement dans cet étage-ci.

Une carrière classique pour l'étage de Serpoukhow, malheureusement abandonnée aujourd'hui et couverte d'éboulis, était située à proximité de la voie ferrée, à gauche, entre la station Serpoukhow et l'Oka près du village Zaborié. On y pouvait observer la transition en bas des marnes et argiles rouges ou verdâtres, à *Spirifer mosquensis* et *Archaeocidaris rossica*, à des argiles rouilleuses à *Productus lobatus* et *Athyris ambigua*, passant à leur tour à des calcaires dolomitiques qui fournissent une riche faune variée du Mountain-limestone.

Un forage, enfoncé non loin de Serpoukhow, sur la rive de l'Oka, près du village Podmokloïé, a traversé 33 m. des calcaires de la section inférieure (une partie considérable de l'étage de Serpoukhow se trouve en ce point au-dessus de la bouche du puits) et 60 m. de l'étage argilo-arénacé carbonifère (C_1^1). Le sondage a été poussé jusque dans les calcaires du dévonien supérieur. De la comparaison des trois profonds sondages, exécutés à Moscou, Podolsk et Serpoukhow, il résulte que dans la succession des dépôts des étages du bassin de Moscou l'étage carbonifère moscovien occupe la place au-dessus du Mountain-limestone et non au-dessous, comme le croyaient plusieurs géologues (Trautschold, Koninck et d'autres). De plus, la comparaison des résultats obtenus par les sondages, de même que les données hypsométriques, ont démontré que toutes les couches du bassin de Moscou

---

[1]) Pour la question sur la limite de ces dépôts, voir: S. Nikitin. Dépôts carbonifères dans la région de Moscou. Mém. Com. Géol. Vol. V. № 5. Pour la structure de la section inférieure: A. Struve. Die Schichtenfolge in den Carbonablagerungen im südlichen Theil des Moskauer Kohlenbeckens. Mém. Acad. St. Pbg. T. XXXIV, № 6, 1886.

offrent un plongement faible. mais distinct, des bords du bassin vers le centre, et que les dépôts plus anciens apparaissent à la surface aux bords du bassin.

Gouvernement de Toula.

Après avoir gravi la pente de la vallée de l'Oka qui sépare ici le gouvernement de Moscou du gouv. de Toula, la voie ferrée traverse jusqu'à Toula, et plus loin vers le sud, la région du développement de tous les dépôts carbonifères énumérés plus haut. L'horizon supérieur conserve sur une assez longue distance vers le sud, presque jusqu'à la station Laptewa, les traces de l'étage moscovien C_2 qui fait absolument défaut dans le bassin de la rivière Oupa, sur la rive de laquelle se trouve la ville de Toula. Sur le parcours entre Serpoukhow et Toula on observe un changement essentiel du type du quaternaire, notamment le remplacement des dépôts à blocs erratiques par le type méridional des argiles des terrasses et des argiles loessoïdes. Néanmoins la vallée de l'Oka ne fait point la limite de ces dépôts, de même qu'elle n'a point servi de frontière au grand glacier scandinavo-russe, comme le présument les auteurs de certains ouvrages récents, zoologiques et botaniques, dans le but d'expliquer certaines particularités qui distinguent la faune et la flore de la vallée de l'Oka, et en général du gouvernement de Toula. de la flore et de la faune du gouv. de Moscou. De cette manière on peut encore aujourd'hui observer au nord du gouv. de Toula, dans les tranchées du chemin de fer—p. ex. en-deçà et au-delà de la station Swinskaïa—de puissants dépôts typiques d'argile morainique d'un brun rougeâtre à nombreux blocs erratiques, recouvrant immédiatement la surface désaltérée des calcaires carbonifères. Des blocs erratiques de roches cristallines se trouvent encore bien plus loin vers le sud, dans les districs d'Aleksine, de Krapivna et de Wénew.

Les dépôts de la section inférieure du système carbonifère dans le bassin de l'Oupa (district de Toula) et dans le bassin de l'Oka (district d'Aleksine) se composent de l'étage calcarifère (C_1^2) à *Productus giganteus* (correspondant, comme nous l'avons dit, au Mountainelimestone de l'Europe occidentale) et de l'étage houillifère (C_1^1) plus inférieur. Le premier de ces étages se laisse diviser, paléontologiquement, en trois sous-étages:

c) Calcaire à *Spirifer Kleini.*

b) Calcaire à *Productus striatus.*

a) Calcaire à *Stigmaria ficoides.*

L'inférieur de ces sous-étages, attenant immédiatement aux argiles houillifères et sables riverains disposés surtout aux bords du bassin. porte aussi un caractère riverain dans sa faune: abondants conchifères et gastéropodes, accompagnés de brachiopodes: mais la profusion en gastéropodes et conchifères disparaît rapidement dans les horizons supérieurs et même dans les calcaires à *Stigmaria ficoides*, de sorte

que la majeure partie des dépôts de l'étage à *Productus giganteus* doit être considérée comme sédiments de la mer ouverte.

L'étage houillifère se compose d'une alternance d'argiles et de grès, avec lits plus ou moins considérables de charbon fossile. Il est remarquable que ce charbon, malgré son origine ancienne, se rapproche, par sa composition chimique et autres qualités, plutôt de la lignite que des véritables houilles. Parmi ces charbons on rencontre assez fréquemment bog-head, une espèce de houille riche en huiles minérales. L'industrie houillère du bassin de Moscou est actuellement tombée en décadence: d'un côté les qualités relativement mauvaises du charbon de Moscou ne lui permettent pas de concourir avec les houilles du bassin du Donetz, d'un autre côté l'emploi de la naphte bon-marché du Caucase devient avec chaque jour plus fréquent dans les fabriques, usines et chemins de fer de la region moscovienne.

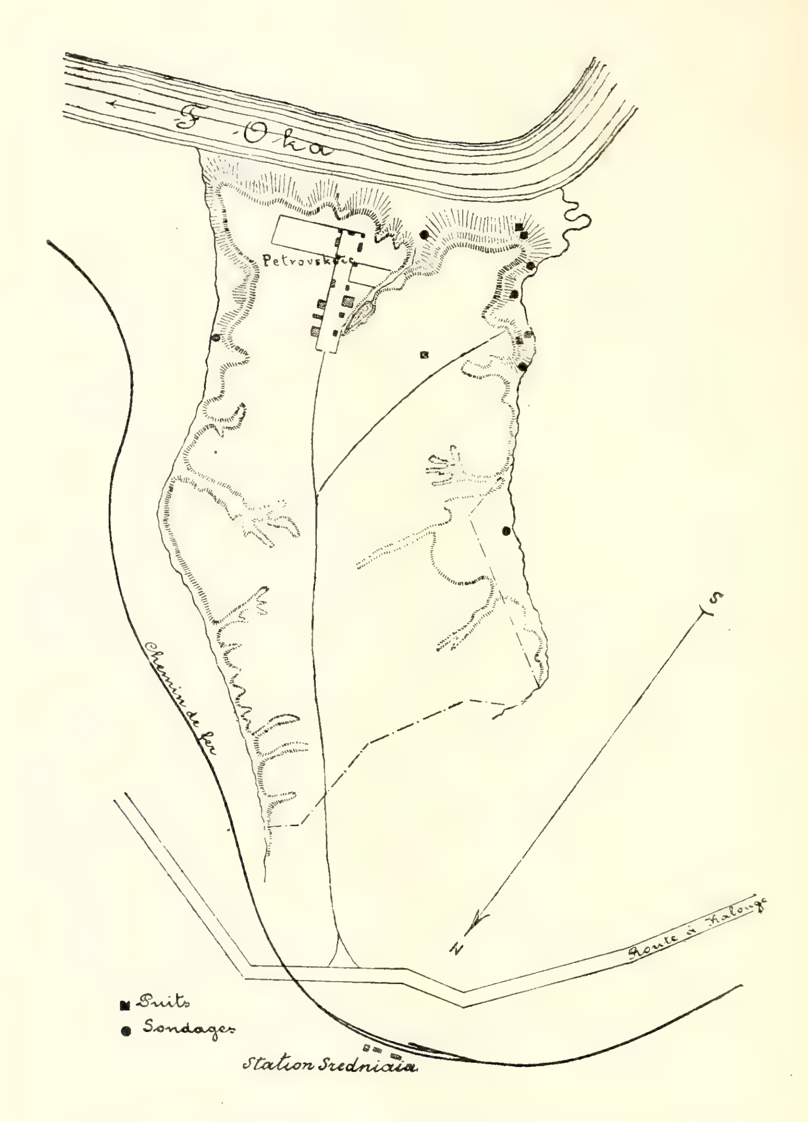
Dans le bassin de l'Oupa et en beaucoup d'autres points, on observe à la base de l'étage houillifère, et sur les calcaires indubitablement dévoniens, des calcaires contenant une faune dont l'ensemble est encore celui de la faune carbonifère.

Le long du chemin de fer, à partir du point le plus élevé près de la station Laptéwo, et dans la direction de Toula, les horizons supérieurs de la section inférieure du système carbonifère vont en se diminuant, de sorte qu'à proximité de la ville, dans les coupes de la vallée de l'Oupa et de ses petits affluents, de même que dans les ravins, on ne voit affleurer que le calcaire à *Sigmaria ficoides* et l'étage houillifère. Lors du creusement de puits on a rencontré dernièrement, dans la ville même, d'assez puissantes couches de charbon fossile.

Les environs de la ville d'Aleksine.

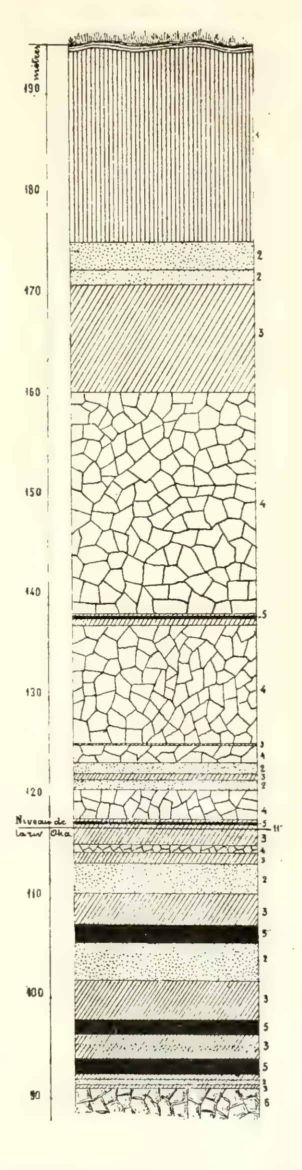
De Toula, le train mènera les excursionnistes vers le nord-ouest pour visiter les rives de l'Oka et les mines de houille près de la ville d'Aleksine. La voie longe d'abord le bord de la vallée de l'Oupa; ensuite elle s'engage dans la pittoresque vallée d'érosion d'un petit affluent de cette rivière qu'elle suit presque jusqu'à la station Soukhodol. Pendant le trajet on verra çà et là des calcaires schisteux jaunes, avec passage en bas à des sables et argiles rubanées et bigarrées carbonifères des couleurs habituelles dans cet étage (gris clair, jaunâtres ou rougeâtres). Le sommet des collines est occupé par les calcaires à *Productus giganteus*. Entre la station Soukhodol et le sommet des hauteurs qui font le partage des eaux, les phénomènes de l'érosion disparaissent peu à peu. Des sondages ont montré que nous nous trouvons ici dans la région du sous-étage à *Spirifer Kleini* recouvert d'argiles brunes qui renferment par places des blocs erratiques.

A partir de la station Danilovka la voie ferrée descend par une petite vallée transversale dans la vallée principale de l'Oka, en traversant encore une fois l'assise des calcaires à *Productus giganteus*.



Plan du domaine Pétrovskoïé dans les environs de la ville d'Aleksine.

Le chemin de fer traverse la vallée de l'Oka par un beau pont à une distance de 3 verstes en amont d'Aleksine. Une large vue s'ouvre sur l'Oka et la ville d'Aleksine, construite sur des rochers escarpés du calcaire carbonifère. Après avoir dépassé la station Aleksine, située sur la basse rive gauche en face de la ville, la ligne du chemin de fer fait un brusque coude pour longer pendant quelque temps le bord gauche de la pittoresque vallée de l'Oka, érodée dans les calcaires, grès et dépôts argileux carbonifères. Là, à 3 kilom. de la station Srédnaïa et à 15 kil. d'Aleksine, se trouvent les mines houillères Pétrovskoïé, à côté d'une verrerie en construction, située sur la rive même de l'Oka, entre deux ravins rocheux à pentes rapides s'ouvrant à gauche sur la rivière. Au lieu de faire la description de la localité nous en donnerons ici le plan et le profil des stratifications traversées par les puits.



1) Argile brune posttertiaire.
2) Sables carbonifères.
3) Argiles „
4) Calcaires „
5) Charbon fossile.
6) Calcaire dévonien.

La localité présente un paysage très typique des vallées découpant les dépôts carbonifères des gouvernements de Toula et de Kalouga. Le profil géologique donne une idée des conditions de gisement du charbon fossile du bassin de Moscou. Les couches sont déposées tout-à-fait horizontalement, sans aucune dislocation, n'offrant que de faibles inclinaisons locales et une surface quelque peu ondulée. L'épaisseur des strates du charbon dépasse rarement un mètre et les couches isolées se perdent à des distances relativement petites.

Aleksine sera le dernier point que les excursionnistes visiteront dans le bassin de Moscou. Le train reviendra à Toula pour continuer

chemin, durant la nuit, à travers la partie sud du gouvernement de Toula et les gouvernements d'Orel et de Koursk. Dans le gouv. d'Orel les argiles loessoïdes de la surface recouvrent des dépôts calcarifères, çà et là arénacés, du système dévonien. Au-delà de la ville d'Orel ces dépôts dévoniens supportent d'abord des argiles calloviennes que recouvrent immédiatement les sédiments de la section supérieure du système crétacé, à commencer par le cénomanien et finissant par une craie blanche, selon toute vraisemblance de l'âge turonien.

XV

DE KOURSK AU BASSIN DU DONETZ

et la ville de Kharkow

PAR

N. SOKOLOW et Th. TSCHERNYSCHEW.

Entre Koursk et Kharkow la voie ferrée traverse une région assez accidentée, coupée par le cours supérieur des rivières Séïm, Psiol et Séwerny-Donetz avec ses nombreux affluents et ses ravins de ruisseaux. De fréquents villages et des forêts de chênes mélangés d'érables, d'aunes et de tilleuls donnent à la contrée, célèbre par sa fertilité en blé, les aspects les plus variés. La majeure partie des affleurements voisins du chemin de fer font voir de puissantes assises de loess gris jaunâtre, habituellement recouvertes d'une épaisse couche de tchernozom gras. Dans les vallées plus profondes des rivières, viennent se montrer des dépôts du système crétacé, le plus souvent de la craie blanche. On en voit des affleurements considérables dans les environs de la ville de Biélgorod où la craie à écrire est exploitée depuis très longtemps. A partir de la parallèle de Biélgorod et plus loin, vers le nord, la craie blanche se voit couverte de couches tertiaires composées principalement de roches argilo-arénacées glauconifères gris verdâtre qui supportent des sables quartzeux blancs et jaunes.

La région traversée par le chemin de fer Koursk-Kharkow a attiré dans ces dernières années l'attention particulière des physico-géographes et des géologues par les grandes anomalies magnétiques que l'on a observées sur un immense rayon des gouvernements de Koursk et de Kharkow. On peut juger de l'importance de ces anomalies par le fait qu'au village Kotchétovka, district d'Oboyansk, la déclinaison a été trouvée de 96° 32′ (c'est-à-dire l'aiguille aimantée se dispose perpendiculairement à la direction du méridien) et que dans le même district, au village Pokrovskoïé, la plus grande inclinaison est de 82° 13′

(l'aiguille se tient presque verticalement). D'après les cartes magnétiques dressées par les savants russes et d'après les observations de M. Moureau, directeur de l'observatoire magnétique à Parc Saint-Maur, il existe dans la région deux zones d'anomalies magnétiques: l'une s'étend devant la ville de Biélgorod et le village Nenkhaïéwo, à 20 verstes vers le nord de Biélgorod, sur une distance d'environ 60 verstes; l'autre se dirige parallèlement à la première, à l'est, sur une étendue de près de 100 verstes.

Kharkow est une des plus grandes villes commerciales de la Russie du sud; elle possède deux écoles supérieures, une université et un institut technologique. La structure géologique des environs de la ville est parfaitement connue, surtout grâce aux travaux des professeurs Borissiak, Léwanovsky et Gourow. Les meilleurs affleurements s'observent dans les ravins à gauche de la rivière Lopan, au nord de la ville, entre le jardin de l'université et le hameau „Sarjin-Yar". La partie inférieure des affleurements est formée par une puissante assise d'argiles glauconifères gris verdâtre et de roches argilo-arénacées paléogènes. En dessus viennent des sables blancs et jaune grisâtre que les prof. Léwanovsky et Gourow rapportent au miocène supérieur (étage sarmatique), tandis que le prof. Armachevsky croit distinguer, dans la série des sables, des couches de sables paléogènes étroitement liées aux couches glauconifères sous-jacentes et appartenant déjà en partie à la période posttertiaire. Les sables supportent des argiles d'un rouge brunâtre et du loess qui passe par endroits, vers le bas, à une marne blanche friable à coquilles d'eau douce. Les mêmes dépôts affleurent dans les ravins descendant dans la vallée de la rivière Kharkowa, ensuite près de l'institut technologique et au nord de celui-ci. La coupe des roches traversées par le profond puits artésien de la ville offre un grand intérêt. D'après le prof. Gourow le forage a traversé les couches suivantes:

1) Alluvions (4,5 m.)
2) Roche de Kharkow (10,8 m.)
3) Argile calcarifère vert bleuâtre (9,7 m.)
4) Sables phosphoritiques glauconieux gris verdâtre (11,7 m.)
5) Argiles d'un vert clair ou foncé, en partie marneuses, en partie siliceuses (3.2 m.).
6) Marne crayeuse argileuse grise (15,7 m.).
7) Craie blanche à écrire (78,6 m.).
8) Craie bleue (195,9 m.).
9) Marne crayeuse grise ou bleue (57,2 m.).
10) Marne crayeuse, argileuse, glauconieuse d'un bleu verdâtre (14,6 m.).
11) Argile marneuse glauconieuse (189 m.).
12) Argile verte très sableuse (19,5 m.).
13) Sable glauconieux vert, en partie gris (Couche aquifère) (39 m.).
14) Argile schisteuse bleu foncé, probablement d'âge jurassique.

La profondeur totale du puits est de 640,5 m. Avec un diamètre de 0,09 m., le puits débite par vingt-quatre heures 40,000 seaux d'eau à une température de 25,5° C.

Au sud de Kharkow, jusqu'à la station Lozowaïa, le chemin de fer traverse des steppes assez unies qui forment le partage des eaux des systèmes du Donetz et du Dniepr. Les steppes sont constituées par les mêmes roches argilo-arénacées que l'on voit dans les affleurements près de Kharkow.

Dans le bassin du Donetz, en amont et en aval de la ville d'Isioum surgissent, de dessous les couches tertiaires, de la craie blanche et des dépôts jurassiques: argiles gris foncé, sables argileux bruns et calcaires jaunes, souvent de structure oolithique. Les mêmes roches jurassiques affleurent plus près de la voie ferrée, dans le vallon Popelnouchka.

Sur le Donetz, près du village Pétrovskoïé et le long de la rivière, affleurent des grès gris charbonneux du système carbonifère.

Des îlots jurassiques émergent aussi de dessous les dépôts plus récents dans le voisinage du chemin de fer, entre Lozowa et la ville de Slawiansk, sur les petits cours d'eau qui s'écoulent dans la Soukhoï-Toretz. La voie ferrée longe cette rivière à partir de la station Barwenkowo jusqu'à Slawiansk. Dans les alentours de Slawiansk on peut observer des dépôts plus anciens, permiens (dolomies, calcaires et roches salifères), qui forment la continuation des dépôts permiens du bassin de Bakhmout.

La ville de Slawiansk est située à la jonction des rivières Soukhoï- et Kriwoï-Toretz. Grâce aux qualités médicales des lacs salés disposés dans la ville même, Slawiansk est une des stations balnéaires les plus fréquentées du midi de la Russie. La ville est en même temps un des centres de l'industrie du sel. Le sel s'obtient exclusivement par évaporation des solutions-mères extraites à l'aide de forages.

Après Slawiansk, la voie tourne brusquement vers le sud et va suivre le cours de la Kriwoï-Toretz. Dans les rives de cette rivière et de ses affluents affleurent des dépôts permiens, jurassiques et crétacés qui offrent la coupe la plus complète le long de la rivière Maïatchka. La Maïatchka se jette dans la Kriwoï-Toretz près de la station Kramatorskaïa. Au-delà de cette station le chemin de fer coupe l'extrémité nord-ouest de la chaîne Droujkovsko-Konstantinovskaïa qu'il suit, sur le versant sud-ouest, jusqu'à la station Konstantinovka. De là, la voie s'élève sur la ligne du partage de la Toretz et de la Bakhmoutka pour entrer dans le champ principal des dépôts carbonifères du Donetz et continuer jusqu'à la station Khatsépétovka à travers une région dont nous ferons la description sommaire dans le chapitre suivant: La chaîne principale du Donetz. Ce parcours n'offre point d'afeurements qui mériteraient d'être notés ici.

XVI

LE BASSIN DU DONETZ.

PAR

Th. TSCHERNYSCHEW et L. LOUTOUGUIN.

Esquisse générale.

Pour que l'on puisse plus facilement s'orienter dans le bassin du Donetz, nous citerons surtout, comme utiles à consulter, les ouvrages suivants:

Kowalewsky. Essai d'exploration géognostique dans le bassin du Donetz. Journ. d. mines, 1827 (en russe).

— Aperçu géognostique de la chaîne du Donetz. Journ. d. mines, 1829. T. I (en russe).

Iwanitsky. Description géognostique du district de Marioupol. Journ. d. mines, 1833. T. IV (en russe).

Le Play. Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée. 1842.

Lewakowsky. Exploration géologique des dépôts de formation permienne. 1863 (en russe).

Ludwig. Die Steinkohlenformation im Lande der Don'schen Kosaken. Bul. de la Soc. des Natur. de Moscou. 1873.

Stur. Ein Beitrag zur Kenntniss der Culm- und Carbonflora in Russland. Verhandl. der K. K. Geolog. Reichsanstalt. 1878.

Domgher. Esquisse abrégée de l'histoire de la géologie du bassin carbonifère du Donetz. Kharkow. 1881 (en russe).

Gourow. Matériaux pour la géologie des gouvernements d'Ekathérinoslaw et de Kharkow. Travaux de la Soc. des Natur. à l'univ. Imp. de Kharkow. Vol. XVI. 1882 (en russe).

— Etude hydrologique des districts de Pavlograd et de Bakhmout dans le gouvernement d'Ekathérinoslaw. Kharkow. 1894 (en russe). Avec une carte hydrologique et des coupes.

Edelstein. Etude hydrologique du district de Slawianosserbsk dans

le gouvernement de Kharkow. 1895—1896 (en russe). Avec carte et coupes verticales.

Th. Tschernyschew, L. Loutouguin et N. Lebedew. Travaux géologiques exécutés dans le bassin houiller du Donetz en 1892, 1893 et 1894. Bull. du Comité Géologique. Vol. XII, № 3—4; Vol. VIII, № 4; Vol. XIV, № 8—9 (en russe).

Yakovlew, N. Recherches géologiques faites en 1895 dans la partie septentrionale du bassin houiller du Donetz. Bull. d. Com. Géol. Vol. XV, № 6.

Dans les ouvrages suivants, publiés à l'étranger, on trouvera aussi des indications concernant la structure de quelques-uns des terrains houillers.

Ernst, A. Die mineralogischen Bodenschätze des Donetzgebietes in Süd-Russland. Hannover. 1893.

Trasenster, P. L'industrie charbonnière et sidérurgique de la Russie méridionale. Revue Univers. des Mines etc. 3 Sér. T. XXXIV.

Monseu, A. Le bassin houiller du Donetz. Ibid. Vol. XXXVII.

Cartes géologiques.

Carte des couches du bassin houiller du Donetz, dressée sous la direction de M. Helmersen par MM. Antipow, Joltonojkin, les frères Nossow et Wassiliew. Echelle de 1 : 420,000.

Carte des couches et des mines de charbon de la partie occidentale du bassin du Donetz, dressée sous la direction de M. Helmersen par les frères Nossow. 12 feuilles, échelle de 1 : 126,000.

Carte géologique du terrain houiller situé sur le territoire des Cosaques du Don, dressée sous la direction de M. Antipow par les ingénieurs des mines MM. Joltonojkin et Wassiliew. Echelle de 1 : 126,000.

Voir aussi les ouvrages sus-cités de MM. Gourow et Edelstein.

Les cartes des frères Nossow et de M. Antipow ont donné un tableau pétrographique et stratigraphique assez détaillé des dépôts carbonifères et ont dans le temps puissamment contribué au développement de l'industrie houillère du bassin du Donetz. Le défaut capital de ces cartes est l'absence des bases géologiques qui auraient rendu possible de diviser les dépôts carbonifères en horizons distincts, nettement caractérisés, et indiquer sur la carte l'étendue de chacune de ces sub-divisions. En l'absence de ces données, il a été jusqu'ici impossible de répondre à des questions aussi importantes que celle de la position des charbons dans la série générale des dépôts houillifè-

res du Donetz et celle de leur recherche sur les points où il n'y a pas d'affleurements. Il n'est donc pas étonnant que, malgré l'existence des cartes de MM. Nossow et Antipow, les propriétaires des charbonnages ont dû faire au hasard les travaux de reconnaissance et perdre par là inutilement des sommes considérables.

Dès 1892 le Comité Géologique a entrepris la préparation d'une nouvelle carte géologique détaillée du bassin du Donetz, à l'échelle de 1 : 42,000. On avait surtout en vue, par ce travail, d'arriver à fixer la division détaillée en horizons distincts des dépôts carbonifères, à donner avec toute l'exactitude possible la caractéristique paléontologique des divers horizons, à indiquer les minéraux utiles, propres à chacune des subdivisions, et à les marquer sur les cartes géologiques et les coupes. De cette manière la subdivision exacte et détaillée des dépôts carbonifères du bassin du Donetz doit servir pour, ainsi dire, de canevas dans l'étude de toutes les questions scientifiques et pratiques qui pourront surgir dans l'avenir concernant ce bassin.

Aux travaux géologiques ont pris part pour cette nouvelle carte, outre Th. Tschernyschew, chargé de la direction générale, L. Loutouguin, N. Lebedew et N. Yakovlew. Nous devons nommer aussi le défunt prof. I. Schmalhausen et son élève N. Grigoriew, comme ayant participé au recueil et à la classification des matériaux paléophytologiques.

Vu l'insuffisance des anciennes cartes, l'Etat-Major a récemment chargé six de ses topographes de faire un nouveau levé du bassin. La nouvelle carte, à l'échelle de 1 : 42,000, sur laquellle seront, toutes les 4 sagènes, tracées des isohypses, n'est pas encore terminée. Les cartes locales de notre guide sont tracées d'après les nouveaux levés. On se propose de lever les plans non seulement de toute l'étendue du champ houiller continu, mais aussi des îlots de dépôts carbonifères émergeant de dessous les sédiments plus récents. Une autre carte, à l'échelle de 1 : 126,000, que l'on se propose de publier, indiquera les relations mutuelles et la continuation présumée des dépôts houillifères enfouis sous les sédiments plus récents.

Jusqu'ici les travaux se sont concentrés presque exclusivement sur la partie occidentale du bassin du Donetz. L'esquisse qui suit, est principalement basée sur les données obtenues jusqu'à ce jour.

Sous le nom de „Bassin du Donetz" il faut comprendre la partie de la Russie du sud qui est occupée par des dépôts carbonifères du type littoral offrant de fréquents changements de faciès dans la direction verticale et renfermant des couches de houille. Des dépôts de ce type affleurent dans les gouvernements suivants: gouv. de Kharkow, partie du sud; gouv. de la Tauride, partie orientale; gouv. d'Ekathérinoslaw, partie est; territoire des Cosaques du Don, partie ouest. Cette superficie présente la forme d'un triangle étiré de l'est à l'ouest sur une longueur d'environ 350 verstes et une largeur maximale, entre les villages Karakouba (district de Marioupol) et Pétrovsk (district d'Izioum), d'environ 150 verstes. Comme le font voir les cartes géolo-

giques, la région des dépôts houillifères se divise naturellement en trois parties inégales dont la plus vaste, celle du centre, présente le développement continu de ces dépôts à découvert, quelques rares points seulement étant recouverts par des dépôts plus récents. Dans les deux autres parties, l'une à l'est, l'autre à l'ouest du champ central, les dépôts houillifères émergent en îles plus ou moins considérables. La totalité du terrain houiller à jour occupe une superficie de plus de 20,000 verstes carrées. L'étendue souterraine des dépôts houillers, recouverts par des sédiments de formation ultérieure, est plus vaste encore, témoin les forages exécutés dans le gouv. de Poltawa, près du village Pérechtchépino, au bord de la rivière Orèle, qui les ont rencontrés à 192 pieds de profondeur, et les affleurements du type de ceux du champ central que l'on observe dans la partie sud du gouv. de Kharkow.

Au point de vue orographique, les hauteurs du Donetz forment un plateau d'arasement s'étendant du nord-ouest au sud-est. Les points les plus élevés se groupent sur une ligne, tracée entre les stations Debaltséwo et Zwéréwo. Quelques-uns d'entre eux atteignent 160 sag. d'altitude absolue (le kourgan Metchetnoï—1210,6 p., le „tombeau" Ostraïa—1170,59 p., la hauteur entre les stations Krestnaïa et Kolpakowo—1174,3 p.). Tout un système de rivières, s'écoulant les unes dans le Séverny-Donetz (Donetz du nord), les autres au sud, dans la mer d'Azow, coupent le plateau en une série de hauteurs peu élevées à pente douce, dominées parfois par des rangées de pierres ou des cones isolés, connus sous le nom de „moguila" (tombeaux) [1]). A partir de la ligne la plus élevée, le terrain s'abaisse progressivement des deux côtés et les dépôts houillers vont disparaître sous des sédiments plus récents. La partie nord-ouest de la chaîne du Donetz se divise en deux branches distinctes dont l'une se dirige vers Lissitchansk et audelà, jusqu'à un brusque détour du Donetz, tandis que l'autre se continue, sous le nom de chaînon Droujkovsko-Konstantinovskaïa, dans la même direction jusqu'à Kramatorskaïa, station de croisement du chemin de fer Koursk-Kharkow-Azow et de la ligne du bassin du Donetz. Ces deux branches des dépôts carbonifères limitent la cuvette de Bakhmout qui s'étend au nord, remplie de dépôts permo-carbonifères, permiens et plus récents (jurassiques, crétacés et tertiaires). Une autre cuvette, qui porte le nom de Kalmiousso-Toretz et se dessine nettement au sud du chaînon Droujkovsko-Konstantinovskaïa, doit son existence à la disposition synclinale des dépôts houillers, cachés au cours supérieur du Kriwoï-Toretz sous les sédiments permiens. Une cuvette semblable, parfaitement dessinée grâce à la courbure successive des couches houillifères, est située à l'extrémité sud-orientale de la chaîne du Donetz. Le milieu en est occupé par Grouchevka avec ses mines bien connues d'anthracite.

---

[1]) Quelques-unes de ces „moguila" sont effectivement d'anciens tombeaux.

Quand on étudie la chaîne du Donetz de plus près, on est bientôt convaincu qu'il existe une liaison évidente entre les détails orographiques et la structure géologique de chacune de ses parties et que tous ces contours capricieux des isohypses que l'on voit sur la carte topographique détaillée, correspondent exactement aux fractures et plissements des dépôts houillifères. Cependant, pour pouvoir nous rendre compte de la tectonique de la chaîne, nous devons d'abord faire la caractéristique sommaire des formations géologiques qui y prennent part. Les travaux entrepris par le Comité Géologique pour la composition d'une carte géologique détaillée au 1 : 42000 du bassin du Donetz, travaux exécutés par MM. Tschernyschew, Loutouguin, Lebedew, Yakovlew, nous serviront de base.

Le sud-ouest de la chaîne du Donetz confine à la bande des granites de la Russie du midi qui occupent un vaste espace continu dans les limites des districts de Berdiansk et de Marioupol du gouv. de la Tauride. La lisière nord de cette bande s'étend, depuis la rivière Kolmious, le long de la riv. Mokraïa-Wolnowakha; à l'est, le champ occupé par les roches cristallines plonge rapidement sous les dépôts néogènes (voir la carte géologique de la Russie d'Europe jointe à ce guide).

La base des dépôts carbonifères du bassin du Donetz est formée par une série de grès à feldspath, de conglomérats et de quartzites, intercalés de couches de schistes argileux verts et rouges, et de brèches porphyriques intimement liées avec les porphyres dont une puissante nappe sépare les dépôts précédents d'une alternance superposée de calcaires gris foncé et de schistes argileux.

L'âge de ces dépôts a été longtemps problématique. Enfin une heureuse trouvaille de restes organiques dans les calcaires gris foncé, trouvaille faite par V. Domgherr, a donné à Th. Tschernyschew la possibilité de les reconnaître comme appartenant au dévonien supérieur [1]).

Au début des travaux du levé géologique du bassin, on fit une autre découverte non moins importante dans la série des grès couches sous le calcaire. Près du village Karakouba, situé sur la Mokraïa Wolnowakha, on trouva, dans les couches intermédiaires des schistes argileux verts et rouges, une flore abondante, quoique uniforme, dont I. Schmalhausen a décrit [2]) les formes suivantes: *Archaeopteris Archetypus* Schm., *Archaeopteris fissilis* Schm., *Dimeripteris fasciculatum* Schm., *Dimeripteris gracilis* Schm., *Sphenopteris Lebedewi* Schm., *Lepidodendron karakubense* Schm.

Les dépôts du dévonien supérieur que nous venons de mentionner ne surgissent à la surface que dans la région de la Wolnowakha, dans le bassin de Kalmious; mais il résulte d'un forage exécuté à Taganrog

---

[1]) Th. Tschernyschew. Ein Hinweis auf das Auftreten des Devons im Donetz-Becken. Verhandl. d. Kais. Mineralog. Gesellschaft zu St. Petersburg. Bd. XX. 1885.

[2]) I. Schmalhausen. Ueber devonische Pflanzen aus dem Donetz-Becken. Mém. du Com. Géol. Vol. VIII, № 3. 1894.

et qui a rencontré, à une profondeur de 270 sagènes, les mêmes grès compacts et quartzites, que ces dépôts s'étendent au loin vers le sud-est.

Sur cette assise dévonienne supérieure vient, en contact immédiat, la section inférieure des dépôts carbonifères du Donetz. Conformément au schème élaboré par les géologues qui ont travaillé au levé de la nouvelle carte géologique, la section inférieure se divise en plusieurs horizons qui sont de bas en haut:

C_1^1 Calcaires gris dolomisés contenant une grande quantité de spirifères finement striés, souvent de grosse taille.

C_1^2 Puissants calcaires offrant toutes les nuances du gris clair jusqu'au gris foncé presque noir, et contenant: *Productus semireticulatus* Mart., *Prod. corrugatus* M'Coy, *Prod. pyxidiformis* de Kon., *Prod. scabriculus* Mart., *Prod. pustulosus* Phill., *Prod. undiferus* de Kon., *Chonetes papilionacea* Phill., *Ch. Dalmani* de Kon., *Ch. comoides* Sow., *Martinia glabra* Mart., *Orthothetes arachnoidea* Phill., *Euomphalus pentangulatus* Sow. etc.

C_1^3 Marnes siliceuses, s'approchant souvent de la nature de la craie, parfois avec porphyres subordonnés. Dans cet horizon on a trouvé: *Productus semireticulatus* Mart., *Prod. giganteus* Mart. *var.*, *Prod. pustulosus* Phill., *Prod. punctatus* Mart., *Chonetes papilionacea* Phill., *Ch. Dalmani* de Kon., *Ch. Hardrensis* Phill., *Rhipidomella Michelini* Lev., *Orthothetes arachnoidea* Phill., *Martinia glabra* Mart., *Discina nitida* Phill. etc.

C_1^4. Calcaire gris, contenant: *Procuctus giganteus* Mart. (typique), *Productus semireticulatus* Mart., *Prod. Nysti* de Kon., *Prod. elegans* M'Coy, *Chonetes papilionacea* Phill., *Dielasma sacculus* Mart., *Rhynchonella pugnus* Mart., *Rhynch. pleurodon* Phill., *Camarophoria rhomboidea* Phill., *Athyris Royssii* Lev., *Martinia glabra* Mart., *Reticularia lineata* Mart., *Spirifer ovalis* Phill., *Sp. trisulcosus* Phill., *Macrodon bistriatum* Portl. etc.

C_1^5. Grès micacés (psammite) gris bleuâtre, roche prédominante dans cet horizon; schistes argileux gris, arkoses blanches et calcaires relativement peu puissants. Dans cet horizon apparaissent pour la première fois de minces lits de houille. Au point de vue paléontologique, l'horizon est relativement pauvre et ne contient que des empreintes végétales mal conservées. Les couches intermédiaires des calcaires abondent en *Productus latissimus* Sow.

C_1^6. L'horizon se compose de schistes argileux, de psammites, de grès à arkose et de calcaires. La base est formée par un calcaire gris compact, abondant par places en fossiles bien conservés: *Productus longispinus* Sow., *Prod. medusa* de Kon., *Prod. semireticulatus* Mart., *Prod. elegans*

M'Coy, *Rhynchonella pugnus* Mart., *Rhynch. acuminata* Mart., *Rhyn. reflexa* de Kon., *Camaraphoria globulina* Phill., *Schizophoria resupinata* Mart., *Leptagonia sinuata* de Kon., *Dielasma sacculus* Mart., *Retzia multiplicata* de Kon., *Spiriferina octoplicata* Sow., *Sp. insculpta* Phill., *Reticularia lineata* Mart., *Spirifer trigonalis* Mart., *Athyris ambigua* Sow.. *Aviculopecten Murchisoni* M'Coy, *Macrodon pinguis* de Kon., *Turbonitella biserialis* Phill., *Phillipsia Derbyensis* Mart. etc.

C_1^7. L'horizon le plus élevé des dépôts qui composent la section inférieure. Il est formé de schistes argileux, de grès quartzeux, micacés ou sans mica, et de calcaires. Les calcaires présentent parfois une structure oolithique et n'apparaissent qu'en lits intercalés. Les fossiles habituels de l'horizon sont: *Productus semireticulatus* Mart., *Prod. longispinus* Sow., *Prod. elegans* M'Coy., *Prod. latissimus* Sow., *Schizophoria resupinata* Mart. etc.

Pour passer aux sections moyenne et supérieure des dépôts carbonifères du Donetz, il convient avant tout d'attirer l'attention sur le changement rapide des faciès dans la direction verticale et sur la fréquente apparition de calcaires entre les depôts schisteux et arénacés. Ces calcaires ne jouent d'ailleurs qu'un rôle subordonné et leur puissance atteint rarement 8 mètres. Ordinairement l'épaisseur des calcaires intercalés est beaucoup moins grande et même dans l'horizon C_1^6, où ils apparaissent le plus fréquemment, le rapport entre leur puissance générale et celle des autres roches ne dépasse pas $^1/_{20}$. Néanmoins, les explorations faites en détail ces dernières années ont permis de constater la constance remarquable avec laquelle les propriétés distinctives des calcaires se maintiennent sur tout l'espace dont on a jusqu'ici relevé la carte. Un des facteurs les plus importants qui ont servi à la division des dépôts en horizons, est la ressemblance des particularités paléontologiques, caractéristiques pour les divers calcaires, et le schème des subdivisions que nous donnons plus bas est essentiellement basé sur l'étude de ces calcaires et de la faune qu'ils renferment. Grâce à ces études, il est aujourd'hui démontré que MM. Le Play et Helmersen étaient dans l'erreur en affirmant qu'il n'existe point, dans le bassin du Donetz, de couches possédant des caractères paléontologiques et pétrographiques assez constants pour pouvoir déterminer d'une manière précise tel ou tel horizon géologique. Tout au contraire. Comparé aux autres bassins houillifères de l'Europe, le bassin du Donetz est, sous ce rapport, dans des conditions exceptionnellement favorables, et sur toute son étendue il est possible d'établir une synonymie exacte de toutes les couches de houille et de marquer avec précision sur la carte tous les détails du contournement de chaque couche de houille ou de calcaire. Le bassin du Donetz offre en cela une analogie complète avec le caractère des dépôts houillifères des Etats Iowa, Missouri et Illinois de l'Amérique du nord, dans le terrain desquels les dépôts du

type marin pur, caractéristiques pour les Etats situés vers l'ouest, sont remplacés par des formations du type mêlé, renfermant des couches plus ou moins puissantes de houille. La même chose s'observe dans la Russie européenne, où l'ensemble des donnés géologiques fait présumer l'existence d'une ancienne mer immense, dans le bassin de laquelle les sédiments houillers se sont déposés, et dont le bassin du Donetz n'était qu'un golfe sud-occidental. Comme l'Amérique, la Russie offre toutes les données pour la parallélisation des subdivisions, établies déjà dans les dépôts supérieurs de l'Oural, du Timan et de la Russie centrale, avec les subdivisions correspondantes du bassin du Donetz.

Après ces remarques générales nous passerons au schème des subdivisions des sections moyenne et supérieure, basées sur les résultats des travaux opérés dans le courant de ces cinq dernières années. Les géologues qui ont participé à ces travaux distinguent six subdivisions ou suites ($C_2^1 - C_2^6$) dans la section moyenne C_2, et trois ($C_3^1 - C_3^3$) dans la section supérieure. Nous prendrons, pour les caractériser, la coupe relevée au nord de la ligne Kramatorskaïa-Débaltséwo-Zwériéwo, coupe qui se répète avec plus ou moins de variations dans les autres rayons du bassin du Donetz. [1]).

C_2^1. La suite la plus basse de la section moyenne est composée de grès variés, de schistes arénacés ou argileux et de calcaires brun foncé et gris clair. Au nombre des formes recueillies dans les dépôts de cet horizon, nous citerons: *Productus semireticulatus* Mart., *Prod. longispinus* Sow., *Prod. punctatus* Mart., *Schizophoria resupinata* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., *Aviculopecten aff. interstitialis* Phill., *Aviculopecten aff. nobilis* de Kon., *Macrodon faba* de Kon., des représentants des genres *Lingula, Leda, Bellorophon, Orthoceras, Nautilus, Phillipsia* etc. Manquent complètement: *Productus giganteus* Mart. et *Prod. latissimus* Sow. Apparaissent pour la première fois des *Spirifer mosquensis* Fisch. typiques.

C_2^2. Grès et schistes, interstratifiés de calcaires, de grès calcareux et de houille. Les lits de charbon atteignent rarement l'épaisseur de couches exploitables. Parmi les fossiles nous citerons: *Pr. corrugatus* M'Coy, *Pr. semireticulatus* Mart., *Pr. scabriculus* Mart., *Reticularia lineata* Mart., *Orthothetes arachnoidea* Phill., *Schizophoria resupinata* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Sp. Kleinii* Fisch., *Chonetes carbonifera* Keys. etc.

---

[1]) Il va sans dire que la division en suites que nous donnons, divisions basée sur les travaux faits sur place et l'étude préliminaire des matériaux paléontologiques recueillis, n'a de signification que pour les dépôt du bassin du Donetz et ne peut nullement être prise comme universelle.

C_2^3. Cette suite est principalement formée de grès et de schistes. Les calcaires sont peu épais et relativement rares. Voici la succession des couches dans l'ordre ascendant:

79) Calcaire gris clair, épais jusqu'à 1 m.

78) Schistes, alternant avec des grès schisteux.

Couche de houille.

Schistes argilo-arénacés.

Couche de houille — 0,35 m.

Schistes interstratifiés de grès schisteux.

Calcaire jaune d'ocre — 0,36 m. Ce calcaire, de même que les calcaires superposés, 77 et 76, contiennent une faune abondante, mais uniforme, composée de: *Reticularia lineata* Mart., *Mentzelia cf. semiplana* Waag., grands exemplaires de *Marginifera*, *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. scabriculus* Mart., *Pr. corrugatus* M'Coy, *Chonetes carbonifera* Keys., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Sp. Kleinii* Fisch., *Orthothetes crenistria* Phill. etc.

77) Schistes argilo-arénacés, intercalés de grès calcareux, et psammites.

Lit de houille — 0,35 m.

Grès schisteux et schistes sablo-argileux.

Calcaire argileux, d'un noir grisâtre à l'état frais, jaune d'ocre vers le haut, atteignant 0,6 m. d'épaisseur.

Schistes argileux.

Calcaire semblable au calcaire de 78, puissant de 0,5 m.

76) Schistes et psammites, intercalées de grès calcareux.

Couche de houille, épaisse de 0,5 à 0,75 m.

Schistes et grès, avec deux lits interstratifiés de houille.

Calcaire semblable à celui de 77, épais de 0,75 m.

75) Schistes argileux et sablo-argileux.

Environ 0,75 m. de houille. Les schistes qui font le toit de cette couche abondent en coquilles de la famille *Anthracosidae*.

Schistes, çà et là intercalés de calcaire ocreux.

Puissante couche de grès.

74) Schistes, avec lits intercalés de grès schisteux.

Couche de houille, puissante de 0,4 m.

Schiste argileux, séparé par un lit de houille d'un schiste argilo-arénacé.

Puissantes arkoses à gros grain.

73) Schistes argileux et sableux.

Lit de houille, épais de 0,5 m., avec nombreux petits conchifères au toit.

Grès schisteux et schistes argileux.

Houille, épaisse de 0,7 m.

Schistes argileux et arénacés.

Calcaire gris foncé, puissant de 0,75 m., à *Productus semi-*

reticulatus Mart., restes de *Marginifera, Spirifer mosquensis* Fisch., *Sp. Kleinii* Fisch., *Sp. Strangwaysi* Vern., *Reticularia lineata* etc.

Ce calcaire termine la troisième suite de la section moyenne C_2.

Parmi les restes végétaux que l'on rencontre dans les dépôts de la suite C_2^3, le prof. Schmalhausen a déterminé les suivants:

Neuropteris gigantea Stb., *Neuropteris tenuifolia* Stb., *Neuropteris flexuosa* Stb., *Sphenopteris Hoeninghausii* Brgt., *Alethopteris lonchitica* (?) Stb., *Lepidophyllum trilineatum* Un., *Distrigophyllum bicarinatum* Un., *Sphenophyllum saxifragaefolium* Goep., *Annularia ramosa* Un., *Calamites Succowi* Brgt., *Calamites ramosus* Art., *Calamites multiramis* Weiss., *Calamites Cistii* Brgt., *Cordaites* sp., *Lepidodendron aculeatum* Stb.. *Lepidodendron dichotomum* Stb., *Stigmaria ficoides* Brgt.

Quoique les couches de houille, enfermées dans les dépôts de cette suite, ne dépassent pas 0,75 mètre d'épaisseur, elles sont, sur beaucoup de points du bassin, l'objet d'une exploitation sérieuse, intensive surtout dans le rayon de la rivière Kalmious, c'est-à-dire dans les mines de la Société minière et industrielle, de la Société de la Nouvelle-Russie, de m-r Karpow etc. La suite, qui porte ici le nom de Smolianinovsky, fournit des charbons à coke et des charbons à gaz; à l'extrémité ést du bassin de la Kalmious le charbon devient demi-anthraciteux. Les charbons de cette suite sont agglutinants dans le terrain situé entre les lignes des chemins de fer Debaltséwo-Lougansk et Debaltséwo-Lissitchansk. Les plus grandes exploitations du rayon sont celle des frères Maximow et la mine Rodakovsky de la Société minière et industrielle d'Alexéïew. La suite C_2^3 est largement développée entre les lignes Debaltséwo-Lougansk et Debaltséwo-Zwériéwo, de même qu'au sud de cette dernière, où elle est connue sous le nom de suite anthracitifère Bokovskaïa. En général les charbons de ce rayon présentent les qualités des demianthracites et parfois des anthracites; ils deviennent agglutinants dans la bande de terrain, où le champ continu des dépôts carbonifères vient en contact avec celui des dépôts crétacés. Une des exploitations les plus connues et les plus activement travaillées y est celle du village Ouspenskoïé. La suite qui contient jusqu'à 8 couches exploitables, est connue ici sous le nom de suite Yonovskaïa.

C_2^4 La quatrième subdivision—C_2^4—a une puissance totale d'environ 320—350 mètres. Les lits de charbon qu'elle renferme sont presque tous très minces et il n'y en a guère qu'un ou deux qui vaillent la peine d'être exploités. Cette suite, à peu près stérile, sera sans doute encore longtemps un obstacle, vu l'état actuel de la technique, à l'exploitation simultanée, par les mêmes travaux souterrains, des charbons de la 3-me et de la 5-me suite. Actuellement le terrain des affleurements de cette subdivision reste intact

entre les mines exploitant les couches de la 3-me suite et celles qui exploitent les suites 5 et 6.

La coupe de la 4-me suite montre, de bas en haut, les couches suivantes:

72) Schistes sablo-argileux et grès verdâtres, avec concrétions calcaires et intercalations de schiste charbonneux.
Calcaire, d'une puissance de 0,75 m.

71) Psammites et schistes sablo-argileux.
Lit de houille, épais de 0,3 m.
Schistes et grès schisteux.
Schistes avec intercalations de charbons.
Calcaire, atteignant une puissance de 2 mètres.

70) Schistes sablo-argileux.
Lit de houille de 0,25 m.
Schistes et grès schisteux.
Calcaire, d'une puissance de 0,75 m.

69) Schistes et grès.
Couche de houille atteignant 0,75 m. d'épaisseur, mais apparaissant habituellement sous l'aspect d'une intercalation inexploitable.
Schistes et grès.
Calcaire allant jusqu'à 2 m. d'épaisseur.

68) Schistes et psammites.
Couche de houille dont l'épaisseur atteint 0,75 m. Parfois plus mince et inexploitable, parfois remplacée par des schistes charbonneux.
Schistes et psammites.
Calcaire gris foncé, épais de 0,7 à 1 mètre, reposant parfois immédiatement sur un grès compact à grain fin, contenant des empreintes végétales mal conservées.

Les calcaires de 68, 69, 70 et 71 sont le plus souvent pauvres en fossiles. On y rencontre: *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. Keyserlingi* de Kon., *Pr. cf. Cora* d'Orb., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Spiriferina cristata* Schloth., *Schizophoria resupinata* Mart., *Orthothetes crenistria* Phill., *Reticularia lineata* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell.

La flore de la suite renferme, entre autres, les formes suivantes, déterminées par le prof. Schmalhausen:

Neuropteris gigantea Stb., *Neuropteris tenuifolia* Stb., *Neuropteris flexuosa* Stb., *Pecopteris muricata* Stb., *Dictyopteris Münsteri* Eichw., *Distrigophyllum bicarinatum* Un., *Sphenophyllum sp.*, *Pinnularia sp.*, *Annularia ramosa* Weiss, *Calamites Succowi* Brgt., *Calamites ramosus* Art., *Calamites varians* Stb., *Cordaites palmaeformis* Goepp., *Lepidodendron obovatum* Stb., *Lepidodendron selaginoides* Stb., *Sigillaria alternans* Lindl. et Hutt., *Sigillaria rugosa* Brgt., *Stigmaria ficoides* Stb.

C_2^5 La cinquième suite—C_2^5—d'une puissance d'environ 250—300 mètres, est plus riche en houille comparativement aux suites sous-jacentes. De bas en haut elle présente les couches suivantes:

67) Schistes arénacés, puissantes arkoses, ordinairement avec intercalations de houille, et schistes sablo-argileux.

Couche de houille, jusqu'à 1 m. d'épaisseur, assez inconstante, s'amincissant en plusieurs endroits au point de devenir inexploitable.

66) Schistes argileux et sablo-argileux.

Calcaire gris foncé—0,75 m., recouvrant immédiatement une couche de houille qui devient parfois épaisse d'un mètre.

65) Schistes intercalés d'une assise de grès.

Lit de houille—0,5 m.

Grès et schistes, surmontés par un mince lit de charbon.

Calcaire gris foncé, d'une puissance d'environ 1,4 m.

64) Schiste argileux, mince strate de houille et calcaire, le tout de 1,4 m. d'épaisseur.

Les calcaires 64, 65, 66 se ressemblent par l'aspect extérieur. Ils contiennent: *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. scabriculus* Mart., *Chonetes carbonifera* Keys., *Schizophoria resupinata* Mart., *Orthothetes crenistria* Phill., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Sp. Kleinii* Fisch., *Arthyris ambigua* Sow., *Reticularia lineata* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell., *Euphemus carbonarius* Cox etc.

63) Grès et schistes, avec intercalation d'un mince lit de charbon épais de 0,25 m.

Couche de houille, puissante jusqu'à 0,7 m.

62) Schistes argileux, alternant avec des schistes arénacés et des grès.

Couche de houille, puissante jusqu'à 0,7 m.

Schistes argileux et arénacés.

61) Calcaire gris clair, atteignant 2 m. d'épaisseur et contenant: *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. scabriculus* Mart., *Pr. cf. Cora* d'Orb., *Pr. Flemingi* Sow., *Marginifera* (espèce non encore décrite), *Spirifer mosquensis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart. etc.

60) Psammite finement stratifié et schiste argileux.

Couche de houille, épaisse de 0,7 m.

59) Schiste argileux et arkose.

Couche de houille, épaisse de 0,26 m.

Schistes argileux et psammite schisteux.

Calcaire, d'une épaisseur de 0,7 m., contenant *Productus cf. Cora* d'Orb., *Prod. semireticulatus* Mart., *Pr. Flemingi* Sow., *Schizophoria resupinata* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart. etc.

58) Psammites schisteux, passant à des schistes argileux d'un vert grisâtre.

Calcaire gris, interstratifié de lits ocreux et contenant: *Productus semireticulatus* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., *Schizophoria resupinata* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell.

C_2^6. La sixième suite—C_2^6—particulièrement complète et typique près de Lissitchansk, atteint une puissance de 225—300 mètres. Pour la quantité des couches de houille et pour la proportion de leur puissance totale comparativement à la puissance des couches encaissantes, cette suite peut être considérée comme la subdivision la plus avantageusement exploitable. Aussi est-ce là que l'activité minière s'est actuellement concentrée dans la partie nord du bassin du Donetz. Comme nous le verrons dans la description de l'itinéraire, le plus grand nombre des exploitations se trouvent dans le rayon des stations Marievka, Warwaropolïé, Almaznaïa et Yourevka (série des couches „Almazny"). La même suite de couches est exploitée dans le rayon de Kalmious (couches Séménovsky) et dans les puits situés sur les ailes du principal anticlinal, à Gorlovka, Nélépowka, Chtcherbinovka (couches entre „Griazny" et „Kirpitchevka").

La succession des couches, de bas en haut, est la suivante:

57) Schiste argileux et grès schisteux.
Schiste argileux, remplacé parfois par un grès à grain fin.
Couche de houille de 1,4 m. à 1,75 m., avec intercalation de plusieurs minces lits d'argile schisteuse.

56) Calcaire, jusqu'à 2 mètres d'épaisseur, recouvrant directement la houille 57. Parfois le calcaire disparaît par étirement et la houille est immédiatement couverte de schistes argileux. Parmi les formes trouvées dans ce calcaire nous citerons: *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. cf. Cora* d'Orb., *Pr. Flemingi* Sow., *Pr. spinulosus* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Sp. Kleinii* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell., coquilles de *Conocardium* etc.

55) Schistes argileux et psammites, interstratifiés de schiste et de grès calcareux compact passant à un calcaire.
Lit de houille, épais de 0,26 m.
Schistes argileux et sablo-argileux de couleur foncée, intercalés de minces lits de charbon.
Couche de houille de 0,84 m.

54) Schiste argileux, avec intercalations de psammite très calcarifère et passant à un calcaire.
Lit de houille, épais de 0,26 m.
Schiste argileux.
Couche de houille, d'une puissance de 0,7 m. à 1,2 m.

53) Schistes argileux, renfermant des intercalations d'un calcaire

argileux abondant en fossiles: *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. cf. Cora* d'Orb., *Pr. Konincki* Vern., *Pr. Flemingi* Sow., *Orthothethes crenistria* Phill., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Schizophoria resupinata* Mart., *Reticularia lineata* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell., débris de *Lingula, Nautilus, Naticopsis, Phillipsia* etc.

Psammites et schistes argileux.

Couche de houille, 0,7 m. d'épaisseur. Cette couche conserve sur une énorme étendue toutes les particularités qui lui sont propres: partout on y trouve intercalé un lit d'argile sableuse réfractaire et partout apparaît dans le toit un calcaire argileux, pétri de coquillages de *Schizophoria resupinata* Mart. et d'autres fossiles que nous citerons plus bas. La puissance de la couche dépasse rarement 0,7 mètre; habituellement elle est moindre.

52) Schistes argileux. Au contact avec la houille précédente on observe parfois un calcaire argileux gris, pétri de: *Productus Konincki* Vern., *Pr. semireticulatus* Mart.. *Pr. Flemingi* Sow., *Marginifera n. sp., Schizophoria resupinata* Mart., *Orthothetes arachnoidea* Phill., *Orth. crenistria* Phill., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Athyris ambigua* Sow., *Reticularia lineata* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell., *Aviculopinna, Naticopsis* etc.

Psammites et schistes argileux.

Couche de houille, épaisse de 1,23 m.

51) Schistes charbonneux gris foncé, renfermant une intercalation d'un calcaire compact gris foncé, de 0,7 m. d'épaisseur. Les schistes et le calcaire contiennent: *Productus Konincki* Vern., *Pr. semireticulatus* Mart., *Pr. Flemingi* Sow., *Marginifera n. sp., Schizophoria resupinata* Mart., *Rhipidomella Michelini* L'Eveil., *Orthothetes crenistria* Phill., *Meekella eximia* Eichw., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell., quantité de coraux des espèces *Chaetetes, Syringopora, Lithostrotion,* conchifères et gastéropodes.

50) Psammites et schistes argileux gris foncé.

Couche de houille de 0,7 m. et moins.

Schistes argileux gris foncé.

49) Calcaire compact gris foncé, passant vers le bas en une argile schisteuse ocreuse. On y rencontre: *Productus Konincki* Vern., *Pr. semireticulatus* Mart., *Marginifera n. sp., Schizophoria resupinata* Mart., *Orthothetes crenistria* Phill., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Rhynchonella pleurodon var. triplex* M'Coy, *Reticularia lineata*

Mart., *Allorisma clara* M'Coy, coquilles de *Temocheilus* etc.

48) Psammites et schistes argileux, vers le bas sableux.
Couche de houille, d'environ 0,7 m. d'épaisseur.

47) Schistes argileux gris et noirs, avec concrétions de sphérosidérite argileux et couches intercalées de psammites.

46) Calcaire compact gris foncé, avec concrétions siliceuses; forme deux couches séparées par un schiste argileux. A Lissitchansk, le calcaire repose sur un mince lit de houille qui acquiert l'épaisseur d'une couche exploitable dans les terrains des mines Petro-Marievsky et près de la station Marievka, dans les puits de M-rs. Kornew, Chipilow et C-ie.
On a rencontré dans le calcaire: *Productus semireticulatus* Mart., *Marginifera n. sp.*, *Spirifer mosquensis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell., restes de *Conocardium* etc.

45) Schistes argileux, avec concrétions de sphérosidérite, alternant dans les couches supérieures avec des psammites.
Couche de houille de 0,7 m.

44) Schistes argileux intercalés d'une assise de psammite.
Couche de houille, épaisse de 0,75 m. à 1,6 m., avec intercalation de deux lits d'argiles.

43) Schistes argileux et psammites.
Lit de houille d'environ 0,16 m.
Schistes argileux, interstratifiés d'une couche de psammite.

Voici la liste des formes provenant de la suite C_2^6 qui ont été déterminés par le prof. Schmalhausen:

Neuropteris gigantea Stb., *Neuropteris cf. Polissi* Les., *Neuropteris rarinervis* Bunb., *Neuropteris tenuifolia* Stb., *Neuropteris flexuosa* Stb., *Sphenopteris latifolia* Brgt., *Sphenopteris furcata* Brgt., *Pecopteris dentata* Brgt., *Pecopteris nervosa* Brgt., *Pecopteris muricata* Stb., *Pecopteris Pluckenati* Brgt., *Dictyopteris Brongniarti* Gut., *Dictyopteris Münsteri* Eichw., *Sphenophyllum erosum* Lindl, & Hutt., *Sphenophyllum saxifragaefolium* Goep., *Sphenophyllum obtusifolia* Brgt., *Sphenophyllum latifolia* Brgt., *Sternbergia approximata* Brgt., *Distrigophyllum bicarinatum* Un., *Annularia sphenophylloides* Un., *Annularia longifolia* Brgt., *Calamites Cistii* Brgt., *Calamites ramosus* Art., *Calamites varians* Stb., *Calamites principalis* Gein., *Lepidodedron laricinus* Stb. *Lepidodendron aculeatum* Stb. *Lepidodendron lycopodioides* Stb., *Lepidodendron selaginoides* Stb., *Lepidodendron obovatum* Stb., *Lepidophiloides laricinus* Stb., *Sigillaria elegans* Brgt., *Stigmaria ficoides* Stb., *Asterophyllites equisetiformis* Brgt., *Decagonocarpus* sp.

En passant à la caractéristique de la section supérieure — C_3 — nous devons avant tout attirer l'attention sur le fait que cette immense assise, de plus de 2,000 mètres d'épaisseur, ne renferme des couches exploitables de houille que dans ses horizons inférieurs, tandis que tout le reste contient le charbon ou en lits trop minces ou d'une qualité qui ne mérite pas d'être traitée. Les dépôts de cette section offrent les successions les plus typiques et complètes dans la partie occidentale du bassin, où ils forment une bande dont la largeur varie avec le plongement plus ou moins fort des couches et qui s'étend, à partir de la rivière Donetz, autour de toute la cuvette de Bakhmout, le long du pli Droujkovsko-Konstantinovskaïa et autour du vallon Kalmious-Toretz.

Au point de vue de la faune, il est à remarquer que les formes de la section moyenne disparaissent peu à peu, remplacées par les représentants caractéristiques de la section carbonifère supérieure de l'Oural, du Timan et de l'Upper Coal Measures de l'Amérique du nord.

Si l'on prend pour base les particularités faunistiques des divers horizons, la section supérieure du bassin du Donetz se divise tout naturellement en trois subdivisions ou suites, dont chacune est limitée par des calcaires qui conservent leurs caractères sur toute l'étendue du bassin.

C_3^1. La suite inférieure—C_3^1—de la section supérieure contient encore d'assez nombreuses couches de charbon exploitables, surtout dans la région du vallon Kalmious-Toretz et de l'anticlinal principal (mine Korssounsk à partir de la couche „Tolsty" vers le haut).

La suite présente, de bas en haut, les couches suivantes:

42—*c*—Calcaire compact gris foncé, en partie argileux, jaune d'ocre, contenant une faune nombreuse et variée. A côté de formes appartenant aussi aux sections sous-jacentes, on y rencontre déjà beaucoup de nouvelles, caractéristiques de la section supérieure. Nous en citerons: *Productus scabriculus* Mart., *Pr. semireticulatus* Mart., *Pr. Konincki.* Vern.; deux nouvelles espèces de *Marginifera; Chonetes granulifera* Owen, *Chonetes Laguessi* de Kon., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Sp. cameratus* Morton, *Sp. okensis* Nik., *Spiriferina octoplicata* Schloth., *Sp. cristata* Schloth., *Camarophoria superstes* Vern., *Athyris Royssii* l'Eveil., *Reticularia lineata* Mart., *Orthothetes crenistria* Phill., *Orthothetes caduca* M'Coy, *Schizophoria resupinata* Mart., *Enteletes Lamarcki* Fisch., débris de *Conularia* et quantité de coraux.

Schistes argileux et grès schisteux.

Lit intercalé de houille.

Schistes.

b—Calcaire blanc ou gris clair, souvent cristallin, d'une

épaisseur de 2—3 mètres. Outre les formes du calcaire *c* que nous venons d'énumérer, on y trouve en profusion de grands spécimens de *Mentzelia cf. corculum* Kut. et *Spirifer supramosquensis* Nik.

Schiste.

Lit de houille, atteignant parfois l'épaisseur d'une couche exploitable.

a — Calcaire, d'une puissance d'environ 5 m., argileux, vers le haut jaune d'ocre, contenant une faune abondante.

41) Schistes argileux et arkoses à gros grain.

40) Psammites schisteux et lit de houille impure, épais de 0,7 m.

39) Schistes argileux et psammites, surmontés par une couche de houille. Le toit abonde en restes végétaux bien conservés.

38) Arkoses, grès schisteux et schistes argileux, avec intercalation de 0,15 m. de houille.

37) Calcaire, interstratifiés de calcschistes argileux dans lesquels on trouve: *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. Konincki* Vern. Keys., *Pr. pyxidiformis* de Kon., *Pr. aculeatus* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., quantité de gastéropodes, conchifères et coraux.

36) Schistes argileux et psammites schisteux avec intercalations de houille.

Calcaire puissant, avec intercalations de calcschistes argileux, interstratifiés de lits de charbon. Quelques-unes des couches du calcaire sont de couleur blanche ou jaune d'ocre, d'autres gris foncé. On y a trouvé une faune abondante: *Productus nevadensis* Meek, *Pr. Cora* d'Orb., *Pr. semireticulatus* Mart., *Pr. Konincki* Vern. Keys., quelques nouvelles formes de *Marginifera*, *Spirifer mosquensis* Fisch., *Sp. striatus* Mart., *Sp. rectangulus* Kut., *Chonetes granulifera* Owen, *Ch. dalmanoides* Nik., *Dielasma plica* Kut., *Camarophoria pinguis* Waag., *Derbya aff. grandis* Waag., *Enteletes Lamarcki* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., *Fusulina ventricosa* Meek, (en masse), beaucoup de bryozoaires et de coraux.

35) Schistes argileux, passant par places en psammite schisteux, avec deux couches subordonnées de charbon, l'une de 0,25 m., l'autre de 0,35 m. d'épaisseur.

Calcschistes argileux, avec concrétions de calcaire argileux, gypse et minerai de fer. On y trouve: *Marginifera* n. sp., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Rhipidomella Pecosi* Marcou, *Productus semireticulatus* Mart.

34) Calcaire argileux gris ou gris jaunâtre, interstratifié de schistes et contenant: *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. Konincki* Vern. Keys., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Chonetes dalmanoides* Nik., *Orthothetes crenistria* Phill., quantité de conchifères, gastéropodes et bryozoaires.

Psammite schisteux et schiste argileux avec concrétions de fer spathique.

33) Calcaire, épais de 0,7 m., à *Spirifer mosqucnsis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., *Productus semireticulatus* Mart., *Bradyina nautiliformis* Moell., *Schwagerina* etc. Au-dessus viennent: argile schisteuse violacée, schistes argileux avec lits de charbon, psammites.

32) Calcaire dolomisé à *Productus Cora* d'Orb. (beaucoup), *Pr. Konincki* Vern. Keys., *Pr. semireticulatus* Mart., *Derbya regularis* Waag., *Orthothetes arachnoidea* Phill., *Meekella striatacostata* Cox, *Spirifer mosquensis* Fisch., *Reticularia lineata* Mart., *Chonetes dalmanoides* Nik.

31) Schistes charbonneux argileux, avec couche intercalée (0,45 m.) de charbon et lits de gypse.

30) Calcaire argileux jaune d'ocre et gris, intercalé de lits de schistes. Le calcaire renferme: *Productus Konincki* Vern. Keys., *Pr. semireticulatus* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Orthothetes arachnoidaea* Phill., *Derbya cf. regularis* Waag., *Schizophoria resupinata* Mart., *Aviculopinna Ivanitski* Vern., quantité de conchifères et gastéropodes.

29) Schistes sablo-argileux, avec lits de gypse et de fer spathique, et schistes charbonneux argileux. En dessus vient une couche de houille, épaisse de 0,45 m.

28) Schistes argileux analogues aux précédents.
Couche de houille de 0,7 m.

27) Schistes argileux, gris ou violacé; calcaire gris foncé, environ 0,5 m.; psammite schisteux.

26) Calcaire gris d'une épaisseur d'environ 1 m., très dur, contenant; *Productus semireticulatus* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Bucania decussata* Flem., *Bradyina nautiliformis* Moell., *Fusulina ventricosa* Meek etc.

25) Schistes argileux gris et rouges, ayant par-dessus un lit de houille épais de 0,35 m.

24) Schistes argileux gris, verts et rouges, ayant par-dessus des arkoses schisteuses.

23) Calcaire, composé de plusieurs couches séparées par des lits de schistes calcaro-argileux. Le calcaire contient de nombreuses concrétions siliceuses. L'épaisseur totale du banc calcaire atteint 11 m. Les fossiles abondent: *Productus nebrascensis* Owen, *Pr. semireticulatus* Mart., *Pr. scabriculus* Mart., *Pr. Konincki* Vern. Keys., *Pr. Cora* d'Orb., *Spirifer supramosquensis* Nik., *Sp. Strangwaysi* Vern., *Sp. trigonalis var. lata* Schellw., *Sp. rectangulus* Kut., *Chonetes Laguesi* de Kon., *Chon. cf. uralica* Moell., *Marginifera cf. pusilla* Schellw., *Nothotyris nucleolus* Kut., *Dielasma plica* Kut., *Hustedia Mor-*

moni Marcou, *Reticularia lineata* Mart., *Euphemus Urii* Flem., *Griffithides scitula* Meek et Worth. (en grande quantité), beaucoup de conchifères, gastéropodes, coraux et bryozoaires.

Parmi les formes végétales de l'horizon C_3^1 notons les suivantes déterminées par le prof. Schmalhausen et N. Grigoriew:

Sphenopteris obtusiloba Brgt., *Pecopteris nervosa* Brgt., *Pecoptheris Cyathea* Brgt., *Pecopteris muricata* Stb., *Neuropteris gigantea* Stb., *Neuropteris rarinervis* Bunb., *Neuropteris heterophylla* Brgt., *Alethopteris Grandini* Brgt., *Alethopteris lonchitica* Ung., *Calamites Succowi* Brgt., *Lepidodendron lycopodioides* Stb., *Sphenophyllum emarginatum* Brgt., *Sphenophyllum saxifragaefolium* Goepp., *Sphenophyllum erosum* Lindl. et Hutt., *Sigillaria comptotachia* Wood., *Sigillaria ovata* Stb., *Sigillaria sentellata* Brgt., *Sigillaria elegans* Brgt., *Sigillaria transversalis* Brgt., *Sigillaria comulata* Weiss *var. striata* Weiss, *Cordaites principalis* Geinitz, *Cardiocarpus cf. Boulayi* Zeil., *Trigonocarpus Noeggerathi* Brgt., *Lepidostrobus variabilis* Br., *Lepidophyllum lanceolatum* Br.

C_3^2. La deuxième suite — C_3^2 — est séparée d'une manière très distincte de la suite C_3^1 par le calcaire 23. Cette subdivision ne contient que deux ou trois couches de charbon, notamment dans les horizons inférieurs, assez puissantes pour mériter d'être exploitées. Les autres lits de charbon sont tous minces. Sous le rapport de la faune, la suite est intéressante par la prépondérance, parmi les fossiles, des formes caractéristiques pour le carbonifère supérieur de l'Oural, du Timan et de l'Amérique.

La suite se compose, dans l'ordre ascendant, des couches suivantes:

22) Schistes argileux et arkoses friables, avec intercalations de psammite et d'argile rouge et verte. Dans les arkoses on trouve de nombreuses tiges d'*Araucaria*. Les schistes renferment un lit de houille.

21) Calcaire gris clair, pétri de petits gastéropodes, de foraminifères (*Fusulina gracilis* Meek., *Bradyina nautiliformis* Moell.), et de restes de *Productus Cora* d'Orb., *Pr. semireticulatus* Mart., *Sp. cf. Kleinii* Fisch. (en très grande quantité), *Marginifera cf. pusilla* Schellw. etc.

20) Arkoses friables gris verdâtre, schistes sablo-argileux et schistes argileux différemment colorés. Ces derniers sont interstratifiés de marnes à *Pseudomonotis radialis* Meek (non Phill.), *Bellerophon percarinatus* Conrad, *Discina missourensis* Schum., restes de *Schizodus* etc.

Au-dessus viennent un psammite finement feuilleté, des schistes

argileux et un grès arénacé. Les schistes renferment parfois une couche de houille exploitable.

19) Calcaire (0,7 m.), couché sur le grès arénacé. Les deux sont riches en fossiles: *Productus Cora* d'Orb., *Pr. semireticulatus* Mart., *Reticularia lineata* Mart., *Myalina aff. Nessus* Walc., *Pseudomonotis radialis* Meek, *Euphemus carbonarius* Cox, *Macrochilina aff. medialis* Meek et Worth., *Naticopsis Wheeleri* Swall. etc.

18) Schistes argileux et arkoses friables.

17) Schistes argilo-arénacés et argileux avec couches peu épaisses de calcaire à *Productus semireticulatus* Mart., *Spirifer mosquensis* Fisch., *Marginifera n. sp.*, *Reticularia lineata* Mart., *Allorisma subcuneata* Meek & Hayd.

16) Argile schisteuse d'un rouge vif ou d'un vert clair, avec lits de grès calcareux et de calcaire argileux rouge. On y a trouvé: *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. Cora* d'Orb., *Marginifera n. sp.*, quantité de coraux, bryozoaires et tiges de crinoïdes.

15) Schistes argileux, par places charbonneux, arkoses et grès micacés, recouverts par des schistes argileux jaune d'ocre et gris. Les schistes sont intercalés de minces lits de calcaire contenant de grosses fusulines.

C_3^3. La suite supérieure—C_3^3—ne contient point de couches de charbon propres à l'exploitation, toutes étant trop minces.

Cette suite, d'une puissance dépassant 1,000 mètres, présente la succession de couches suivante, de bas en haut:

14) Calcaire gris clair avec noyaux siliceux. Il contient en abondance des fusulines (*Fusulina Verneuili* Moell.) à côté de *Productus Cora* d'Orb., *Marginifera n. sp.*, *Marginifera uralica* Tschern. (beaucoup), *Chonetes uralica* Moell., *Derbya senilis* Phill., *Reticularia lineata* Mart., *Sp. fasciger* Keys., *Rhynchopora Nikitini* Tschern. et une masse d'autres formes.

Ce calcaire se retrouve avec une constance remarquable sur toute l'étendue où on a opéré le levé pour la nouvelle carte géologique, et sert d'excellente limite de partage entre la deuxième et la troisième subdivision de la section supérieure.

13) Schistes argileux, avec concrétions et lits de calcaire argileux, et contenant: *Productus nevadensis* Meek., *Pr. semireticulatus* Mart., *Spirifer fasciger* Keys., *Rhipidomella Pecosi* Marcou etc.

12) Calcaire d'une épaisseur d'environ 1,7 m., par places entièrement composé de restes de *Fusulina Verneuili* Moell. et *F. longissima* Moell., accompagnés de *Productus nevadensis* Meek, *Marginifera cf. pusilla* Schellw. etc.

11) Schistes sablo-argileux, tantôt gris, tantôt rouges, recouverts d'arkoses friables avec lits d'argile violacée ou verte.

10) Schistes argileux, interstratifiés de minces lits de charbon, de sphérosidérite argileux et de calcaire argileux. Le calcaire contient: *Productus semireticulatus* Mart., *Marginifera n. sp.*, *Spirifer fasciger* Keys., *Rhipidomella Pecosi* Marcou etc.

9) Calcaire dolomisé compact à *Productus punctatus* Mart., *Pr. semireticulatus* Mart., *Pr. tenuistriatus* Vern., *Pr. Cora* d'Orb., *Chonetes uralica* Moell., *Enteletes carnicus* Schellw., *Ent. Lamarcki* Fisch., *Spirifer cameratus* Morton, *Bellerophon aff. crassus* Meek & Worth., *Fusulina ventricosa* Meek etc.

8) Arkoses friables et schistes sablo-argileux.

7) Calcaire à *Fusulina Verneuili* Moell., *Chonetes uralica* Moell., *Productus nevadensis* Meek., *Pr. scabriculus* Mart., *Pr. tenuistriatus* Vern., *Pr. Konincki* Vern. Keys., *Derbya senilis* Phill., *Meekella striatocostata* Cox, *M. eximiaeformis* Toula, *Spirifer fasciger* Keys., *Allorisma subcuneata* Meek & Hayd. etc.

6) Grès micacés, grès argileux, arkoses friables et argiles grises ou rouges, le tout alternant fréquemment.

5) Calcaire à *Productus nevadensis* Meek, *Pr. semireticulatus* Mart., *Pr. scabriculus* Mart., *Derbya senilis* Phill., *Enteletes cf. Lāmarcki* Fisch., *Meekella striatocostata* Cox, *Allorisma subcuneata* Meek & Hayd., *Bellerophon crassus* Meek & Worth., *Fusulina Verneuili* Moell. etc.

4) Arkoses friables, avec lits d'argile rouge ou verte.

3) Puissant calcaire interstratifié d'argile calcarifère rouge. Par places le calcaire se compose en entier de coraux. En général il abonde en fossiles: *Marginifera uralica* Tschern., *Proboscidella genuina* Kut., *Chonetes uralica* Moell., *Spirifer fasciger* Keys., *Sp. supramosquensis* Nik., *Sp. opimus* Hall, *Sp. rectangulus* Kut., *Metzelia cf. corculum* Kut., *Camarophoria plicata* Kut., *Nothotyris nucleolus* Kut., *Athyris Royssii* l'Eveil., *Enteletes carnicus* Schellw., *Meekella striatocostata* Cox, *Fusulina prisca* Ehrenb., *F. Verneuili* Moell., etc.

2) Schistes sablo-argileux et arkoses friables.

1) Schistes argileux, avec concrétions de sphérosidérite argileux, superposés à un calcaire gris clair, puissant de 1,3 m., très riche en fossiles: *Productus alternatus* Norw. et Pratt., *Pr. praepermicus* Tschern., *Pr. artiensis* Tschern., *Pr. Cora* d'Orb., *Pr. lineatus* Waag., *Pr. Konincki* Vern. & Keys., *Pr. cf. Abichi* Waag., *Chonetes aff. variolaris* Keys., *Chonetes uralica* Moell., *Rhipidomella Pecosi* Marcou, *Marginifera uralica* Tschern. (en grand nombre), *Enteletes carnicus*

Schellw., *Spiriferina cristata* Schloth., *Naticopsis Wheeleri* Swall., *Spirifer fasciger* Keys. etc.

Cette dernière suite des dépôts carbonifères contient entre autres, d'après N. Grigoriew, les restes végétaux suivants:

Asterophyllites equisetiformis Brgt., *Calamostachys germanica* Schenk., *Annularia longifolia* Brgt., *Stachannularia tuberculata* Weiss, *Annularia sphenophylloides* Brgt., *Calamites Cistii* Brgt. (?), *Calamites gigas* Brgt. (?), *Pinnularia columnaris* Lind. & Hutt., *Sphenophyllum erosum* Lind. & Hutt., *Sphenophyllum saxifragaefolium* Stern., *Sphenophyllum emarginatum* Brgt., *Sphenopteris Böckongiana* Weiss, *Sphenopteris* (*Diplothema*) *Mladeki* Stur, *Pecopteris arborescens* Sch., *Pecopteris arguta* Sternb., *Pecoptēris unita* Brgt., *Pecopteris oreopteridea* Sch., *Pecopteris abreviata* Brgt. (?), *Collipseridium Dawsonianum* Lesq. (?).

Le caractère tectonique de la partie sud du rayon Kalmious, région du développement de la section inférieure du carbonifère et des dépôts du dévonien supérieur, diffère essentiellement du caractère plissé des sections moyenne et supérieure des dépôts carbonifères du bassin du Donetz: alors que dans la première de ces régions le plissement joue un rôle secondaire, et qu'avec une inclinaison relativement faible des couches prédomine le type des „graben“ et des simples rejets, nous voyons dans les parties plus septentrionales des exemples de dislocations très complexes, avec prépondérance de plis elliptiques voûtés en forme de coupoles qui, à leur tour, sont souvent troublés par des flexures, des rejets et des failles. Les plis se dirigent généralement du NNW au SSE. Ils ont ordinairement ceci de commun que l'aile, tournée vers le N, offre une pente douce, tandis que celle, tournée vers le S, est abrupte. Dans la partie nord du champ houiller principal, près de son contact avec les dépôts crétacés, les plis sont plus petits, mais le plissement est plus intensif, plus compliqué par des failles que dans la région qui confine à l'anticlinal, dit principal, des dépôts houillers, anticlinal qui s'étend depuis la station Kramotorskaïa vers la station Wolyntséwo et, plus loin, du côté du sud-est. En parlant des failles produites par le plissement des dépôts carbonifères, il faut attirer l'attention sur le fait que les failles ou se dirigent à peu près dans le sens de la direction des couches, ou même coïncident avec elle; il faut encore remarquer que la direction des failles suit fidèlement les brusques recourbements d'une seule et même suite de roches. Les failles semblent avoir été produites par la rupture survenue dans les flexures qui compliquent le système des grands plis. Par suite du renflement des roches plastiques, telles que les schistes argileux, au coude de la flexure, la rupture s'y opère souvent moins brusquement que dans les calcaires et les grès, de sorte que l'amplitude des failles des charbons, subordonnés à des roches d'élasticité diverse, se présente différente dans une seule et même suite de

roches. En dehors de ces failles locales qui sont d'une grande importance dans l'éclaircissement de la tectonique des différents espaces et dans l'exploitation régulière des terrains, on en observe d'autres s'étendant sur un rayon plus grand. Comme exemple d'une telle faille, ou plutôt d'un rejet en même temps vertical et longitudinal, nous citerons celle que l'on a suivie sans interruption depuis la station Popasnaïa, à travers le rayon des mines Pétro-Marievsky, le long de la rive droite de la Lougan, entre les mines Maximow et celles de la Sociét Goloubovskoïé; de là elle se dirige par Werkhné-Kamychewakha, entre les villages Krinitchnaïa et Tchoutovka, à travers la propriété du prince Dolgorouky, vers le village Golowinovka. La même faille se prolonge ensuite entre la mine Rodakovsky et les terres appartenant aux paysans du village Wassilievka, coupant le chemin de fer entre les stations Yourievskaïa et Biélaïa, pour disparaître sous les dépôts crétacés près du village Chtchéglovka sur la rivière Biélaïa. (Une partie de cette faille est indiquée sur la carte pl. B).

L'examen de failles semblables est d'une grande importance pratique. Il nous permet d'expliquer le fort dépècement des couches, dans certains terrains houillers, par la présence de grandes failles qui les traversent accompagnées de la brisure et de l'écrasement des dépôts dans un rayon plus ou moins considérable.

En parlant de la tectonique des dépôts carbonifères, nous devons mentionner encore les glissements qui rendent compte de certains phénomènes que l'on observe dans la scructure des plis elliptiques (coupoles). L'étude des travaux miniers souterrains nous montre clairement que, dans la formation des plis, les roches, composant la partie périphérique de la voûte, glissent sur le plan des couches du noyau qui reste pour ainsi dire en arrière. Cela se remarque d'une manière bien caractérisée dans les masses filonnaires traversant le plan des couches sous un angle plus ou moins grand. La coupure de ces filons sur le plan des couches et les rayures produites sur ces dernières par le glissement, nous disent à l'évidence dans quelle direction les parties périphériques ont glissé en tel ou tel cas.

Il est indubitable que les forces qui ont conditionné le soulèvement des hauteurs du Donetz ont agi durant une période de temps plus ou moins longue. Les dépôts carbonifères, permiens, jurassiques et même les crétacés supérieurs se montrent fortement mais inégalement disloqués et ceux du tertiaire seuls ont gardé leur position primitive.

Passant maintenant à l'examen de la disposition bathrologique des couches de houille et à leurs qualités, nous dirons avant tout que les explorations détaillées, commencées en 1892, ont en général confirmé l'opinion de Murchison sur les horizons de ces couches et ont montré que les couches de charbon propres à l'exploitation, dans le bassin du Donetz, ne commencent que dans les parties inférieures de la section supérieure des dépôts carbonifères et qu'elles ont leur plus grand développement dans la section moyenne du sy-

stème. Effectivement, les couches exploitables apparaissent seulement à partir de celle, marquée sous le № 22 dans la coupe détaillée que nous avons donnée plus haut, et les plus productives, comme nous l'avons déjà dit, se trouvent dans les horizons plus inférieurs. La section inférieure peut être considérée comme ne possédant point de charbons d'exploitation avantageuse, à l'exception de deux couches de l'horizon C_1^6, exploitées par les paysans.

Notre schéma montre aussi à l'évidence que le nombre des couches propres à être exploitées, même dans les conditions les plus favorables, ne dépasse pas une trentaine. En général, la quantité, ainsi que la puissance et la qualité des couches, présentent de grandes variations. Si l'on prend pour point de repère la coupe que l'on observe à Lissitchansk, on voit que dans les rayons plus méridionaux quelques-unes des couches disparaissent, que d'autres deviennent moins puissantes et même qu'il en apparaît de nouvelles. Comme exemple on peut citer les dimensions suivantes de la puissance totale des charbons, couchés dans deux rayons différents, entre les horizons 42 et 57 de la sixième suite de notre coupe. Dans les puits de la Société Goloubovskoïé et de la Société Pétro-Marievskoïé, les 5 couches exploitées de cette suite ont une puissance totale de 4, 5—5 m., alors que les 9 couches de la même suite, exploitées dans les environs de Lissitchansk, ont une puissance totale de 8—8,5 m. Grâce à notre schème détaillé des dépôts du bassin du Donetz, il nous est parfaitement possible, comme nous l'avons déjà vu, de donner la synonimie de toutes les couches de charbon, travaillées, sous diverses appellations, dans les différentes exploitations, et de constater le fait curieux du changement, dans les divers horizons, de la qualité du charbon d'une même couche. En suivant une seule et même suite dans la direction horizontale, il est facile de se persuader que les couches qui appartiennent au premier groupe de la classification de Grüner, passent plus loin par tous les types de cette classification. Notons encore le fait curieux du changement de la qualité des charbons dans la série générale des dépôts carbonifères du bassin. C'est que les couches des horizons supérieurs conservent encore leur qualité de charbons secs à longue flamme, tandis que les charbons provenant des horizons inférieurs offrent déjà les qualités des types II et III de Grüner. Lorsque les couches des horizons supérieurs se rapprochent des types II et III de Grüner, les charbons des horizons inférieurs prennent les propriétés du type IV etc. Dans la description de l'itinéraire des excursions projetées nous donnerons des exemples des rapports entre les qualités des charbons dans les diverses parties du bassin. Nous ferons cependant remarquer que les changements de la qualité des charbons ne sont en relation ni avec le toit, ni avec le mur des couches.

La somme des connaisances que nous possédons jusqu'ici sur les charbons du bassin de Donetz parle plutôt en faveur de l'accumulation allochtone qu'autochtone des éléments végétaux. Comme un des arguments les plus convaincants de l'origine allochtone de nos char-

bons, on peut citer le fait de la fréquente superposition immédiate, sur les couches de houille, de calcaires et de schistes contenant une faune abondante marine.

Pour en finir avec l'esquisse des dépôts carbonifères du bassin du Donetz, disons encore quelques mots sur le caractère des minéraux qu'ils renferment, notamment des gisements d'or, de mercure, d'argent, de zinc, de plomb et de fer, exploités dans la région.

La découverte, dans le bassin, de l'or [1]) se rapporte à un temps très peu reculé (1893). Les gîtes se trouvent dans le territoire des cosaques du Don, au sud de la ligne Débaltséwo-Zwériéwo, dans une rangée de hauteurs dite Nagolny-Kriaj. Le premier point où on a rencontré l'or, Ostry-Bougor, est situé près du village Nagoltchik; le second point se trouve à une quinzaine de verstes au sud-est de Nagoltchik, immédiatement au sud du village Bobrik-Pétrovskaïa. Là comme ici, le caractère de la structure du terrain est très simple et à peu près le même. Aux deux points prédominent des grès micacés, tantôt grossièrement, tantôt finement stratifiés, alternant avec un schiste argileux gris. Les roches offrent des plis anticlinaux très nets. Elles sont traversées par toute une série de filons quartzeux parallèles, presque verticaux, qui gardent leur direction indépendamment de l'inclinaison des roches encaissantes. Les filons contiennent en forte proportion de l'oligiste brun, de la pyrite et de rares inclusions de galène et de blende. Dans les profondeurs, le quartz des filons est associé à de la calcédoine dont la décomposition a évidemment donné naissance à l'oligiste brun des horizons supérieurs. La puissance des filons oscille entre quelques centimètres et 3 mètres. En suivant la direction des filons, il est facile d'apercevoir une série de petits rejets qui se sont produits sur le plan de glissement des schistes, coïncidant avec le plan de leur stratification. Dans les parties supérieures des filons, vers la surface du sol, on trouve de l'or natif; plus bas celui-ci devient plus rare, tandis que la teneur en or augmente, comme l'ont démontré les analyses, dans la masse de la calcédoine minéralisée.

Actuellement l'exploitation des gîtes est encore au début, et ce ne sera que le traitement en gros du minerai qui en montrera la véritable valeur.

Dans le Nagolny-Kriaj aussi se concentre le rayon du développement des minerais d'argent, de zinc et de plomb [2]).

La découverte des gisements zincifères et plombifères date de la fin du siècle passé (1795), mais la première reconnaissance n'en a été

[1]) Th. Tschernyschew. Ueber die Goldlagerstätten im Nagolny-gebirge im Lande der Donschen Kosaken. Verhandl. d. Kais. Mineralog. Gesellsch. zu St. Petersb. Bd. XXXIII. 1895. Protoc. p. 36 (en russe).

[2]) Pour des détails plus amples nous renvoyons à: Th. Tschernyschew: Sur les gisements de plomb et de zinc dans la chaîne Nagolny. Journ. d. mines. 1893. № 2.— Th. Tschernyschew et G. Romanovsky: Compte rendu de l'examen des gisements des minerais de plomb et de zinc, exploités par M. Glébow dans la chaîne Nagolny. Journ. des Mines Russes. 1895. № 2 (en russe).

faite qu'en 1827. Les premiers puits d'exploitation, ouverts en 1830 près du village Nagolnaïa (à 7 verstes au sud de la station Rovenki) et dans les environs du village Essaoulovka, près du village Nagoltchik, furent abandonnés dès 1834. Depuis lors plusieurs tentatives d'exploration furent faites, tant de la part du gouvernement que sur l'initiative des particuliers; elles échouèrent toutes, soit par suite de l'épuisement des capitaux, soit à cause de l'insuffisance des connaissances techniques et minières. Vers 1890 la trouvaille de quelques grands blocs d'embolite dans les environs du village Nagoltchik reporta l'attention sur le minerai de la chaîne Nagolny. Des entrepreneurs apparurent et l'exploitation fit un pas en avant. Actuellement une grande mine est ouverte près du village Nagoltchik et le puits près du village Nagolnaïa est remis en exploitation. Le caractère des roches qui renferment le minerai d'argent, de zinc et de plomb, est analogue à celui des roches aurifères. Les grès carbonifères et les schistes, roches prédominantes dans cette contrée, présentent une série de plis elliptiques voûtés, compliqués par des failles et des flexures. La répartition des minerais dans ces roches peut être ramenée aux types suivants:

1) Remplissage bréchiforme des fentes produites par les rejets (Minerai argentifère de Séménovsky-Bougor, au nord de Nagoltchik).
2) Filons quartzeux, partiellement calcaro-spathiques, remplissant les fentes qui plongent en sens inverse à l'inclinaison des roches encaissantes (plusieurs gîtes zincifères et plombifères, trouvés par investigation près de Nagolnaïa).
3) Filons traversant obliquement le plan des roches encaissantes (gîtes zincifères et plombifères près du village Nagoltchik).
4) Filons-couches remplissant presque en totalité des cavités lentiformes qui se trouvent dans des schistes argileux très redressés. Le minerai est groupé près des rejets et des failles. (Ancienne mine près de Nagolnaïa et plusieurs autres gîtes découverts près du village).

Sans entrer dans la description détaillée de la tectonique du gisement, nous nous contenterons de dire que, grâce aux travaux miniers actuels, il est facile d'observer de beaux exemples de fractures des filons des types 2 et 3, fractures conditionnées par le glissement des roches dont nous avons parlé plus haut.

Pour ce qui est des gîtes de mercure, développés près de la station Nikitovka du chemin de fer Koursk-Kharkow-Azow, dans la partie ouest du bassin du Donetz, nous en parlerons dans la description des itinéraires.

Nous ne dirons de même que quelques mots sur les gîtes de fer. Ces gîtes qui appartiennent au type des gisements éluviaux n'accompagnent exclusivement que les calcaires sortant au jour. Sous l'influence d'agents hydro-chimiques qui ne se sont cependant pas propagés à plus de 5 sagènes de profondeur, ces calcaires sont devenus oligistes bruns. Les plus riches gîtes se trouvent dans les calcaires les plus puissants, de

préférence dans la région du développement des dépôts carbonifères inférieurs, tandis qu'ils sont moins abondants dans les sections supérieure et moyenne du système. En général, on peut dire que non seulement la provision de minerai, mais aussi sa qualité sont trop insuffisantes pour jouer un rôle sérieux dans l'industrie, se développant si rapidement, dans la Russie du midi.

Passons maintenant aux dépôts superposés dans le bassin du Donetz aux carbonifères typiques. Ces dépôts plus récents correspondent, faunistiquement et bathrologiquement, au permo-carbonifère de l'Oural et de la Russie du nord. Ils sont représentés de la manière la plus caractéristique sur les bords de la cuvette de Bakhmout. Voici la succession de leurs couches en commençant par celle qui repose immédiatement sur le calcaire supérieur de la section supérieure C_3 (page 21).

a) Schistes argileux et puissantes arkoses, contenant un grand nombre de tiges de crinoïdes.
   Schistes argileux et sablo-argileux diversement nuancés, passant à un psammite schisteux.
b) Calcaire dolomisé blanc jaunâtre à *Enteletes hemiplicatus* Hall, *Ent. carnicus* Schelw., *Nothotyris nucleolus* Kut., *Dielasma hastata* Sow., *Productus semireticulatus* Mart., *Pr. nevadensis* Meek., *Spirifer supramosquensis* Nik. etc.
c) Schistes argileux passant à un grès schisteux friable, contenant d'énormes concrétions ovoïdes d'un grès calcareux.
d) Calcaire sableux, très compact, ferrugineux, à *Productus nebrascensis* Owen., *Pr. semireticulatus* Mart., *Dielasma hastata* Sow., nautilides du groupe *tuberculati*, quantité de conchifères et gastéropodes.
e) Schistes argileux gris, blancs ou rouges, avec minces lits intercalés de houille.
   Grès friables avec concrétions lenticulaires de grès calcarifère; schistes argileux gris verdâtre et rouges, avec mêmes concrétions et minces lits de houille dans la partie supérieure.
f) Calcaire très compact de couleur brun foncé (1—1½ m.) criblé de fusulines (*Fusulina Verneuili* Moell., *F. longissima* Moell.).
g) Schistes argileux, intercalés d'une couche de calcaire composé en entier de valves de *Myalina*.
   Schistes passant à un grès.
h) Calcaire passant à un grès calcarifère et contenant *Productus inflatus* Mc. Chesney (en grand nombre), *Pr. nebrascensis* Owen, *Marginifera n. sp.*, *Derbya crassa* M. & H., *Athyris Royssii* Leveil., *Schizodus Wheeleri* Swall., *Pseudomonotis n. sp. cf. kazanensis* Vern., *Pleurophorus subcostatus* M. & H., *Nuculana bellistriata*

var. attenuata Meek, *Nucula Beyrichi* v. Schaur., *Myalina Swallowi* Mc Chesney, *Lima retifera* Shum., *Edmondia aff. Murchisoni* King, *Clinopistha radiata* Hall, *Bakevellia bicarinata* King, *Monopteria aff. longa* Gein., *Allorisma aff. elegans* King, *Polyphemopsis dimorpha* Krot., *Polyphem. aff. inornata* M. & W., *Orthoneta Salteri* M. & W., *Naticopsis n. sp. cf. nana* M. & W., *Murchisonia n. sp.*, *Loxonema multicostata* M. & W., *Aclisina robusta* Stevens. etc.

i) Schistes sablo-argileux, arkoses, schistes argileux gris verdâtre et rouge.

k) Calcaire argileux avec cavités remplies de calcite. Audessus du calcaire vient un banc énorme, composé de puissantes arkoses, de schistes argileux rouges, verts et gris, et de minces couches intercalées de calcaires argileux gris. Des restes organiques n'ont été trouvés que dans les horizons les plus supérieurs: *Productus cancriniformis* Tschern., *Pr. inflatus* Mc. Chesney, *Pr. nebrascensis* Owen, *Derbya crassa* M. & H., *Macrochilina medialis* M. & W., *Pseudomonotis n. sp. cf. kazanensis* Vern., *Bellerophon Pachtussovi* Tschern.

Ensuite vient une assise formée de grès rouge, gris verdâtre ou gris, contenant par places du minerai de cuivre oxydé, d'argiles rouges ou vertes et de schistes sablo-argileux différemment colorés.

N. Grigoriew donne la liste suivante de restes végétaux recueillis dans les dépôts de la suite: *Asterophyllites equisetiformis* Brgt., *Annularia longifolia* Brgt., *Annularia sphenophylloides* Br., *Palaeostachya arborescens* Stern., *Pinnularia columnaris* L et Hutt., *Sphenophyllum majus* Sch., *Sphenophyllum erosum* L. et Hutt., *Sphenophyllum saxifragaefolium* Stern,, *Sphenophyllum Schlotheimi* Br., *Sphenophyllum angustifolium* Seyras., *Pecopteris arborescens* Sch., *Cordaites principalis* Gein., *Semaropsis fluitans* Weiss.

Sur le bord de toute la cuvette de Bakhmout, cette suite est directement recouverte, en concordance de stratification, par une assise de calcaires dolomisés du permien inférieur, analogue, sous le rapport faunistique, au zechstein inférieur de l'est et du nord de la Russie. Pétrographiquement, l'assise est représentée, dans le bassin du Donetz, par des calcaires plus ou moins dolomisés, alternant avec des argiles de différentes couleurs, souvent arénacées, et avec du gypse.

Les horizons les plus bas des dolomies contiennent une faune assez abondante dont le plus grand nombre des représentants sont les mêmes que dans l'assise permo-carbonifère. On y a trouvé: *Murchisonia subangulata* Vern., *Naticopsis n. sp. cf. nana* M. & W., *N. Wheeleri* Swall, *Pleurotomaria dimorpha* Krot., *Turbonellina*

n. sp., *Astarte permo-carbonica* Tschern., *Bakevellia ceratophaga* Schloth., *Myalina Swallowi* Mc. Chesney, *Modiolopsis n. sp. cf. Teplofi* Vern., *Macrodon n. sp.*, *Pseudomonotis n. sp. cf. kazanensis* Vern., *Schizodus Wheeleri* Swall., *Dielasma elongata* Schloth., *Meekella striatocostata* Cox, *Martinia Clannyana* King, *Productus Konincki* Vern. & Keys, *Metacoceras Tschernyschewi* Tzwet., *Temnocheilus n. sp.* etc.

L'horizon supérieur de l'assise du permien inférieur est formé par des calcaires dolomitiques d'un gris jaunâtre, caractérisés par la présence de très nombreux *Productus Leplayi* Vern., accompagnés de *Schwagerina princeps* Ehrenb. dont les coquilles composent par places le calcaire. De plus on y trouve en abondance des nautilides (*Temnocheilus*, *Asymptoceras*).

L'assise supérieure du permien du Donetz se compose d'argiles et de marnes rouges et vertes, et de grès friables auxquels sont subordonnés du gypse, de l'anhydrite et du sel gemme (nous en parlerons dans la description des itinéraires). Bathrologiquement, l'assise salifère correspond en partie, si ce n'est toute, à l'assise inférieure rouge du permien de la Russie orientale (voir les guides II et III).

Les dépôts permiens se trouvent exclusivement dans la partie ouest du bassin du Donetz où ils bordent le principal champ des dépôts carbonifères ou émergent en ilôts isolés de dessous les dépôts plus récents, ce qui a surtout lieu dans les vallées fluviales. Dans le reste du bassin le permien ne se rencontre pas.

La coupe du paléozoïque du Donetz présente dans sa totalité une série ininterrompue de couches, sans aucune intermittence de dépôt. Leur surface fortement érodée supporte transgressivement une suite notablement disloquée, en apparence dépourvue de fossiles, de grès calcarifères, schistes, argiles et sables kaoliniques, recouvrant en discordance divers horizons des systèmes permien et carbonifère. Ces sables, grès et argiles sont surmontés en concordance par des dépôts indubitablement jurassiques. Les niveaux inférieurs de ces derniers sont représentés par des schistes et grès, contenant parfois des restes végétaux et se divisant en deux horizons: un inférieur avec débris de *Belemnites* du groupe *Belemnites tripartitus* et restes de *Harpoceras*, voisin du *Harpoceras serpentinus* Schloth.; un supérieur, dans lequel on a trouvé des coquilles d'*Ancyloceras*, voisin d'*Ancyloceras bifurcatum* Quenst. et des représentants du genre *Parkinsonia*. L'inférieur de ces deux horizons correspond au lias supérieur, le supérieur à la partie supérieure du bajocien.

Plus haut viennent des calcaires jurassiques contenant dans l'assise la plus basse (callovien) des ammonites du groupe *Quenstedticeras Lamberti*. Quant à l'assise supérieure des calcaires, les données dont on dispose jusqu'ici permettent d'y supposer la présence de l'oxfordien et, peut-être, du kimmeridgien, hypothèse qui ne pourra d'ailleurs être confirmée que lorsqu'on aura recueilli une faune d'ammonitides plus complète.

Les dépôts crétacés sont représentés par une craie blanche, une craie glauconieuse avec nombreuses concrétions siliceuses, une marne crayeuse micacée gris verdâtre, des sables glauconieux brun verdâtre, contenant des noyaux de phosphorite et des cailloux de quartz et de silex, des sables gris ou blancs ayant pour base une argile arénacée schisteuse D'après les données connues jusqu'ici, il y a des raisons de croire que les dépôts crétacés sont couchés transgressivement sur le jurassique et qu'ils sont nettement disloqués. Ils sont surtout développés dans les cuvettes formées par les dépôts permiens et carbonifères; sur la crète des anticlinales, du moins sur la lisière du champ houiller principal, on ne les trouve pas.

Jusqu'ici il n'a pas encore été possible d'établir une subdivision exacte des dépôts crétacés du Donetz. La présence du cénomanien et du sénonien est constatée d'une manière indubitable, ce que l'on ne peut pas dire du turonien, faute de données persuasives. Sur les bords du champ houiller principal, dans la cuvette de Bakhmout et le long du Donetz, vers le nord du développement continu des dépôts carbonifères, les horizons inférieurs des dépôts crétacés sont ordinairement représentés par des sables glauconieux brun verdâtre, avec des phosphorites et galets de silex et de quartz. Ce sable fait parfois place à de la craie glauconieuse, parfois à de la craie compacte. Les sables brun verdâtre renferment souvent des concrétions de craie glauconieuse de forme lenticulaire et de dimension considérable. Dans certains cas c'est l'inverse qui a lieu, c'est-à-dire des inclusions lenticulaires de sable se trouvent dans les horizons inférieurs de la craie.

Ces dépôts, généralement peu puissants, contiennent d'assez nombreux restes organiques: *Exogyra haliotoidea* Sow., *Vola* (*Janira*) *quinquecostata* Sow., *V. notabilis* Münst., *Pecten laminosus* Mant., *P. membranaceus* Nils., *P. asper* Lam., *Spondylus striatus* Goldf., *Terebratula biplicata* Sow., *T. squamosa* Mant., *Terebratella kurskensis* Hofm., *Rhynchonella latissima* Sow., *Rh. nuciformis* Sow. etc. Cette faune parle évidemment, on le voit, en faveur de l'âge cénomanien des sables et de la craie glauconieuse.

L'assise des dépôts crétacés qui vient au-dessus, est principalement formée de craie blanche partiellement glauconieuse, de marne crayeuse et de sable glauconieux, cimenté en grès friable. Prenant en considération l'uniformité pétrographique de l'assise, on pourrait en établir les subdivisions en se basant sur les données paléontologiques, mais la faune, recueillie dans ces dépôts, n'a malheureusement pas encore été soumise à l'étude détaillée. Tout ce que l'on peut dire actuellement, c'est que ces sédiments semblent devoir être classés en partie dans le turonien, en partie dans le sénonien.

La faune sénonienne typique a été rencontrée en plusieurs endroits (*Terebratula carnea* Sow., *T. obesa* Sow., *Terebratulina Dutempli* d'Orb., *Magas pumilus* Sow., *Crania Ignabergensis* Retzius, *Pecten pulchellus* Nils., *Exogyra lateralis* Sow., *Gryphaea vesicularis* Lam., *Ostrea ungulata* Schloth., *O. semiplana* Sow., *O. flabelliformis*, *Be-*

lemnitella mucronata Schloth.) Une des coupes classiques pour la richesse en fossiles, coupe décrite dernièrement par L. Loutouguin [1]), nous est offerte dans les horizons inférieurs d'un affleurement près du village Krymskoïé sur le Donetz. Cet affleurement étant en même temps un des meilleurs de la série des dépôts tertiaires, nous en donnerons ici la succession des couches de haut en bas:

1) Sables quartzeux blancs et jaunes, avec intercalations de grès ferrugineux et parfois de grès friables à gros grain.
2) Sables glauconieux blanc jaunâtre, interstratifiés de sables jaune d'ocre. Les horizons supérieurs contiennent des concrétions de quartzite.
3) Sables argileux et glauconieux plus foncés, rubanés de bandes rouilleuses, avec passage, en bas, à une argile sableuse.
4) Les roches précédentes passent par transition insensible à un grès argilo-siliceux, d'un blanc grisâtre à l'état sec, vert grisâtre lorsqu'il est humide.
5) Grès glauconieux semblable, intercalé de grès à grain plus gros et contenant des concrétions siliceuses. Outre d'abondants *Ceriopora serpens* Eichw., on y a trouvé *Ostrea prona* Wood.
6) Grès semblables, mais à grain plus fin, avec lits intercalés argileux, passant en bas à la roche 7.
7) Marne crayeuse, abondant en *Spondylus Eichwaldi* Fuchs, *S. radula* Lam., *Pecten corneus* Sow., *P. idoneus* Wood, *Ceriopora servens* Eichw., *Nautilus parallelus*, quantité de foraminifères etc.
8) Sable calcarifère glauconieux d'un brun verdâtre, avec concrétions de phosphorite et galets de silex. De gros cailloux de silex se trouvent au contact de cet horizon avec le suivant. Le sable contient des restes bien conservés de crabes (*Xanthopsis hispidiformis* Schloth.)
9) Sable glauconieux blanc grisâtre, cimenté par places en grès friable et intercalé çà et là de lits de marne crayeuse. Les lits de marne et de grès calcarifère s'observent surtout vers le bas. L'horizon est rempli d'une riche faune cénomanienne bien conservée.
10) Marne glauconieuse à faune sénonienne.

Ainsi cette coupe nous montre les dépôts sénoniens (horizons 9—10) surmontés par une puissante assise de dépôts tertiaires (1—8) et la transition insensible entre elles des roches tertiaires indique la continuation ininterrompue de leur dépôt. Quoique la division exacte en étages ne puisse être faite, vu l'insuffisance des données paléonto-

---

[1]) L. Loutouguin. Coupe géologique près du village Krymskoïé, gouv. d'Ekathérinoslaw (en russe). Bull. du Comité Géolog. Vol. XV, pp. 123—137.

logiques, il est cependant très probable que la partie supérieure de la coupe est analogue à l'étage de Poltawa, que les horizons suivants, y compris le grès à *Ostrea prona*, doivent être rapportés à l'étage de Kharkow, que la marne crayeuse est l'équivalent de la marne de Kiew à *Spondylus*, et enfin, que le sable 8 correspond au grès de Boutchak du Dniepr. Des coupes semblables se répétant en d'autres endroits du bassin, le schème, établi par N. Sokolow pour les dépôts du tertiaire inférieur de la Russie du sud, peut en général être appliqué aussi au bassin du Donetz. Avant le dépôt des sédiments du système tertiaire, les dépôts des systèmes plus anciens avaient été considérablement érodés, de sorte qu'à l'époque tertiaire le bassin présentait un relief très accidenté. De nos jours, la hauteur absolue de la lisière des dépôts tertiaires, superposés en stratification horizontale à des dépôts plus anciens, varie dans des limites considérables et présente, même sur de petites distances, des différences de 40 à 60 m. Souvent aussi on voit des rochers, constitués par des dépôts carbonifères, entourés de dépôts tertiaires. Le relief complexe et accidenté du fond du bassin, dans lequel s'est opéré le dépôt des sédiments tertiaires, doit également avoir été la raison des conditions très variées dans lesquelles ce dépôt s'est produit, de sorte que les couches synchroniques sont souvent loin d'être de composition pétrographique identique. Il résulte de là que la parallélisation des dépôts, formés dans des conditions aussi compliquées, offre de grandes difficultés et ne peut point s'appuyer sur les seuls indices pétrographiques, mais qu'au contraire elle ne doit se baser que sur le rapprochement des données faunistiques.

Sous ce rapport, le dépôt le mieux caractérisé est la marne crayeuse de l'étage de Kiew. Plus pauvres, paléontologiquement, sont les grès siliceux et argileux appartenant en partie à l'étage de Kiew, en partié à l'étage de Kharkow. Les sables de l'étage de Poltawa sont généralement dépourvus de fossiles et ce n'est qu'en deux points qu'on y a trouvé une faune, composée de conchifères, différente de celle de l'étage de Kharkow.

Dans les environs de Bakhmout, aux sables de l'étage de Poltawa sont subordonnées des argiles plastiques servant à la fabrication d'objets réfractaires.

Après cette exquisse générale du bassin du Donetz nous pourrons passer à la description des régions qui seront parcourues par les excursions proposées.

1-r jour.

Environs de la station Wolyntséwo

(pl. *A*).

Entre les stations Khatsépétovka et Sadki, le chemin de fer coupe le grand pli anticlinal, appelé quelquefois anticlinal principal de la



Carte géologique des environs de la station Wolyntséwo.

Echelle 1/42000.

chaîne du Donetz. La voûte du pli s'observe près de la station Wolyntséwo, où la suite C_2^2 forme l'horizon le plus bas de ceux qui y apparaissent au jour. Les tranchées de la voie ferrée et les coupes naturelles le long de la rivière Boulawin et dans plusieurs ravins et vallons permettent d'examiner en détail la constitution des dépôts carbonifères les plus productifs du bassin depuis la suite C_2^2, et les plus importants au point de vue industriel. La coupe générale suivant la ligne $aa_1 - bb_1$ en est représentée sur les fig. 1 et 2.

La région que nous considérons, surtout les alentours de la station Wolyntséwo, présente un relief très accidenté, en intime liaison génétique avec la structure géologique du terrain. Une série de chaînes dont la direction coïncide avec celle des roches (approximativement NWW—SEE), et qui sont séparées par d'étroites vallées isoclinales, est surtout caractéristique. Ces chaînes sont en majeure partie formées de puissants grès fortement redressés, auxquels viennent rarement s'associer des calcaires, tandis que les vallons sont principalement constitués par des schistes et des grès schisteux, roches cédant facilement à l'action destructive des agents de dénudation. En général, l'abondance des grès est une des particularités distinctives de cette coupe. Les calcaires de la région étant souvent métamorphosés en minerais de fer, il n'est pas toujours facile d'en reconnaître les affleurements.

A partir de la station Khatsépétovka, la voie ferrée traverse successivement les dépôts compris entre C_3^3 et C_2^2, inclinés vers NNE. La région est d'abord plane, mais bientôt viennent les chaînes mentionnées plus haut. Dans la tranchée *Z*, ouverte dans une d'elles, on voit des grès fortement redressés et des schistes, avec pendage vers NNE. Au commencement de la tranchée *Y* les grès plongent vers NNE, à la fin vers SSW. Dans cette tranchée on observe plusieurs petits plis compliqués par des failles (schème fig. 3). Ce point-ci correspond au sommet de l'anticlinal.

Après la tranchée *Z* et dans la direction de la station Sadki, la voie ferrée traverse les dépôts carbonifères dans l'ordre ascendant à partir de C_2^2. L'angle d'inclinaison des couches devient plus petit à mesure qu'on s'avance vers le sud.

La tranchée *X* qui coupe une grande partie de l'horizon C_2^2, montre une alternanee de grès, de schistes, de minces lits de charbon et de calcaire, avec pendage d'environ 90°, çà et là avec recourbement hétéroclinal des couches. Les grès du talus affectent une stratification diagonale. La tranchée se termine par des grès qui vont s'étendre à l'est en chaîne considérable, dans la direction de la rivière Boulawin. Ce grès forme la base de la suite C_2^3. Une belle coupe de dépôts carbonifères plus récents se voit dans la rive gauche de la rivière Boulawin.

La suite C_2^3 est essentiellement formée de schistes et de grès qui s'étendent en plusieurs rangées ressemblant à des plates-bandes. Les calcaires y sont peut représentés. Les couches subordonnées sont de l'an-

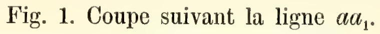


Fig. 1. Coupe suivant la ligne aa_1.

a_1 — a

S — N

$\mathcal{C}_2^2$ — $\mathcal{C}_2^3$ — $\mathcal{C}_2^4$

500 — 0 — 500 mètres

Fig. 2. Coupe suivant la ligne bb_1.

b_1 — b

S — N

$\mathcal{C}_3^2$ — $\mathcal{C}_3^1$ — $\mathcal{C}_2^6$ — $\mathcal{C}_2^5$ — $\mathcal{C}_2^4$ — $\mathcal{C}_2^3$

Couches de houille. Calcaires. Grès.

NB.: Les intervalles laissés en blanc sont des schistes et des grès schisteux.

thracite et du demi-anthracite; la strate la plus élevée peut être observée dans une série de puits abandonnés, exploités autrefois par les paysans. Cette couche, interstratifiée d'un lit de schiste argileux, a plus d'un mètre d'épaisseur et plonge brusquement, avec les roches encaissantes, vers le SSW.

Un peu au-dessus de cette couche commence la suite C_2^4 composée de sept couches de calcaire gris foncé, différant peu l'une de l'autre. Ce calcaire ne contient qu'un très petit nombre de fossiles (énumérés dans l'esquisse générale) et n'a pas de couches de charbon exploitables.

La suite C_2^5 présente de beaux affleurements dans les rives escarpées de la rivière Boulawin. Les grès et schistes très inclinés forment ici des rochers abrupts. Les charbons de l'horizon passent, vers l'est, à de l'anthracite; vers l'ouest, la teneur en matières volatiles y augmente peu à peu. Le haut de la suite est formé par un calcaire gris contenant des concrétions siliceuses noires. Le chemin de fer coupe la partie supérieure de C_2^5 et la partie inférieure de C_2^6 par une tranchée près du puits de M. Joukovsky.

La suite C_2^6 affleure nettement dans les rives escarpées de la Boulawin. Les deux couches inférieures de charbon étaient autrefois exploitées, près de la rivière, dans une série de petits puits aujourd'hui abandonnés. Actuellement les mêmes couches sont exploitées par une galerie transversale du puits de M. Joukovsky. Les roches accusent un plongement d'environ 80° vers le SSW.

Les houilles de la suite C_2^6, ainsi que des suites C_2^5 et C_3^1, en deçà et au-delà de la Boulawin, ont été soumises à une reconnaissance détaillée par la Société russo-belge. La grande mine, ouverte dernièrement par cette

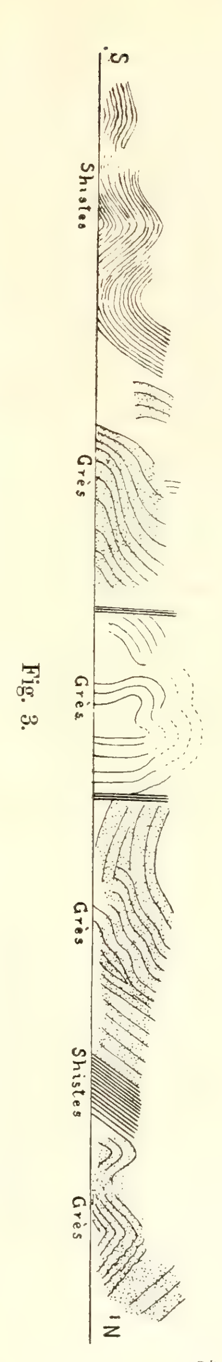


Fig. 3.

Société, est située à l'ouest du chemin de fer; elle exploitera les 15 couches de houille trouvées dans les 3 suites. Les explorations, faites dans la région par l'ingénieur des mines A. Fénin, ont montré que la teneur en matières volatiles diminue graduellement de l'ouest à l'est et que dans cette direction le charbon passe peu à peu à de l'anthracite. De plus, dans chaque coupe perpendiculaire à l'axe de l'anticlinal, les couches les plus voisines de l'anticlinal contiennent moins de matières volatiles que celles des horizons plus élevés. Ainsi par exemple, sur la rive gauche de la Boulawin, les charbons de la suite C_2^5 sont déjà de l'anthracite, tandis que les couches des suites C_2^6 et C_3^1 offrent encore des charbons à coke et même à gaz.

La suite C_2^6 renferme quelques lits de calcaire dont les fossiles sont énumérés dans l'esquisse générale.

La suite C_3^1 contient également quelques couches assez puissantes de calcaires (voir la liste des fossiles dans l'esquisse générale), dont la plus remarquable, le № 36 de la coupe générale, s'étend en bande continue assez haute, d'une puissance d'environ 3 mètres. Dans notre rayon la suite C_3^1 renferme jusqu'à 7 couches de houille exploitables.

Le calcaire 23 de la coupe générale qui sépare les suites C_3^1 et C_3^2, se présente ici sous l'aspect d'une mince couche intermédiaire, peu visible dans les affleurements. En général, dans la suite C_3^2, composée essentiellement de schistes et de grès schisteux, les calcaires ne forment que des intercalations peu importantes. Seul le calcaire 14 a une puissance d'environ 2—3 mètres et fait une saillie distincte, au sud de laquelle se trouve immédiatement la grande usine sidérurgique de la Société russo-belge [1]).

A partir de ce calcaire la contrée devient plus plate. Les horizons plus élevés ne s'y voient distinctement nulle part; on ne peut les observer qu'un peu à l'ouest du chemin de fer, le long de la rivière Sadki, mais la visite de cet endroit n'entre pas dans le programme de notre excursion.

La mine de mercure près de la station Nikitovka.

A. Minenkow. Les gîtes de cinabre dans le bassin du Donetz. Feuill. min. de la Russie du sud. T. II. 1881 (en russe).

— Les minerais de mercure dans le bassin du Donetz. Feuilles min. de la Russie du sud. 1884 (en russe).

G. Tschermak. Zinnaber von Nikitowka. Mineral. und Petrogr. Mitth. Bd. VII, p. 361.

A. Auerbach. Beschreibung der Quecksilber-Grube und Hütte der Firma „Auerbach & C.“. Journ. des mines. 1882, t. II, p. 1 (en russe).

P. Jeremeïew. Note sur les cristaux de cinabre et d'antimonite dans la mine de mercure près de la station Nikitowka. Verhandl. d. Russ. Kais. Mineral. Gesellsch. Bd. XXII, p. 349.

[1]) L'usine n'est pas indiquée sur notre carte.

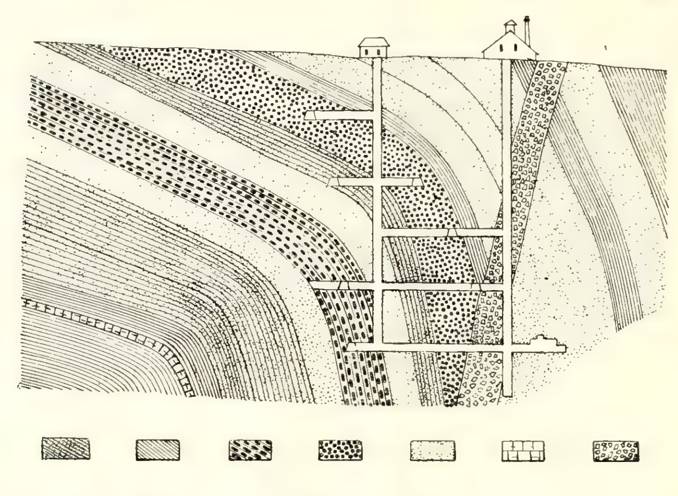
Les gîtes de mercure, découverts en 1879 par l'ingénieur des mines A. Minenkow, sont situés à 4 verstes vers l'ouest de la station Nikitovka, dans la zone de l'anticlinal principal dont nous avons parlé dans l'esquisse générale de la tectonique du bassin du Donetz.

La région où l'on exploite actuellement le minerai de mercure offre un plongement général vers la Balka-Jéliéznaïa et renferme trois plis voûtés. Sur l'un de ces plis se trouve le puits „Sophia", la mine la plus importante; sur la voûte du deuxième pli se trouvent les travaux ouverts pour l'exploration du „filon Téléphone", sur celle du troisième les—„Grandes explorations". Ces coupoles s'étendent dans la direction est—ouest et se terminent encore dans les limites du terrain minier. Le fait que le flanc nord des coupoles „Sophia" et „filon Téléphone" et la pente sud de la voûte „Grandes explorations" sont recouverts par des roches régulièrement dirigées vers le WNW, permet d'avancer que toutes les trois coupoles ne sont que des plis particuliers du grand anticlinal déjà mentionné, et de la structure duquel les excursionnistes auront déjà pris connaissance dans les environs de la station Wolyntséwo. Au nord de la coupole percée par le puits Sophia apparaissent nettement des grès blancs contenant des inclusions farineuses de kaolin. La stratification de ces grès est régulière, sans que la cuvette séparant la coupole „Sophia" de la voûte „Téléphone" y ait exercé la moindre influence visible. La même chose s'observe au sud de la coupole des „Grandes explorations": là une suite de roches houillères s'étend, sans interruption et régulièrement stratifiée, du puits № 5 (Société de l'industrie houillère de la Russie du midi) vers la mine de houille de la même Compagnie à laquelle appartient la mine de mercure.

La structure de ces coupoles peut être expliquée en partie par les observations faites à la surface du sol, en partie par les anciennes exploitations à ciel ouvert, en partie par les travaux souterrains.

Si l'on s'éloigne de la ligne du méridien qui traverse la nouvelle cave à dynamite, le long des saillies nettement marquées des grès métallifères, on voit clairement, à la coupole „Sophia", à l'ouest des amas de roches qui ont déjà passé par les fours, comme ces deux saillies changent leur direction de NW 330° qu'elle était, en S, pour faire ensuite un brusque détour vers le SE et aller contourner la coupole du côté ouest. En se dirigeant plus loin le long des saillies de grès, on les voit faire un nouveau coude et plonger vers le sud. Puis, après avoir traversé le village minier, elles vont prendre la direction N—S, avec pendage vers E, et contourner la coupole du côté est. Un banc de schistes argileux, renfermé entre les deux bandes de grès, les accompagne constamment. A l'est de la coupole, entre les maisons et le vallon Stortchéwaïa, affleurent des schistes argileux superposés à la bande périphérique des grès. Du côté nord, la coupole „Sophia" est coupée par une fracture nettement prononcée, dite „croiseur", qui fait un angle d'environ 10 degrés avec la direction des roches dans le puits Sophia. A la surface du sol, la direction de la fracture est distinctement mar-

quée par un effondrement au fond d'un ancien étang dont l'eau s'est écoulée dans la mine. Plus loin, la ligne de la fracture passe au-dessous du bâtiment des chaudières à vapeur. Actuellement elle est aussi constatée dans la coupole Téléphone qu'elle coupe à l'extrémité nord-occidentale du filon „Téléphone". Ce sont surtout les travaux souterrains qui permettent d'étudier la structure de cette fracture. Elle plonge dans le sens opposé à l'inclinaison des roches dans le puits Sophia: alors que celles-ci sont inclinées vers le nord, le croiseur plonge vers SSW. Son épaisseur atteint çà et là 12 mètres. Quant à la structure, c'est une brèche typique de frottement: des fragments aux arêtes tranchantes et arrondies de quartzites et de grès y sont mêlés à une masse broyée en poussière, provenant des mêmes roches.



Quartzite. Schiste. Quartzite à cinabre. Grès à cinabre. Grès. Brèche et conglomérat. Croiseur.

Fig. 4. Coupe transversale du gisement „Sophia".

Parfois on y rencontre même des blocs qui ont plusieurs mètres de diamètre. Cette brèche de friction a gardé des traces visibles du mouvement de la masse dont elle est composée, en sorte que souvent, dans une seule et même coupe, on peut observer des surfaces polies diversement orientées. Aux endroits où le croiseur traverse les quartzites et les grès minéralisés, il contient des morceaux de roches cinabrifères, à surface souvent aussi parfaitement polie que celle des roches encaissant le minerai. Le toit du croiseur est remarquablement poli et montre nettement des stries de glissement, inclinées en général vers NWN. Le mur se confond insensiblement avec les roches contiguës, dans lesquelles il présente une masse plus ou moins déplacée qui a évidemment été exposée à une forte friction contre la surface polie

du toit. La structure du croiseur explique la pénétration facile dans les mines d'abondantes eaux venant entraver les travaux souterrains à proximité du croiseur. Quant aux fentes obliques se dirigeant dans le sens du méridien, nous en parlerons plus bas.

La coupole du „filon Téléphone" se dessine à l'est de la Balka-Stortchéwaïa. Le côté sud-ouest en est enveloppé par les grès affleurant dans ce vallon. Ces grès correspondent aux grès périphériques de la coupole Sophia. Le rapport mutuel entre ces grès et les schistes qui les recouvrent fait supposer l'existence, près de la Balka-Stortchéwaïa, d'une fente de rejet se dirigeant du N au S et séparant la coupole „Sophia" de la coupole „Téléphone". A en juger par les travaux

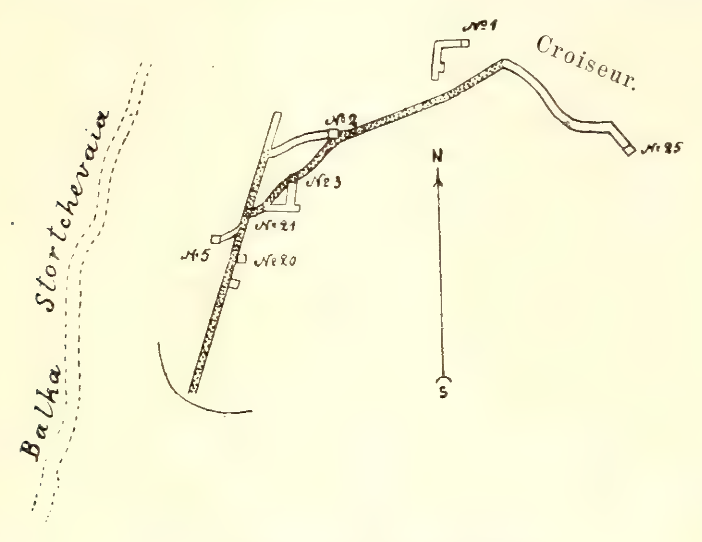


Fig. 5. Plan de la coupole „Téléphone".

souterrains, les grès de la partie périphérique de la coupole „Téléphone" semblent être suivis de schistes et de grès, identiques à ceux que l'on voit dans la coupe de la coupole „Sophie". La coupole „Téléphone" est traversée, à peu près dans la direction longitudinale, par une fracture, et c'est cette fente minéralisée qui est le „filon Téléphone". Les épontes du filon font clairement remarquer l'absence de symétrie dans les roches contiguës. Cette dissymétrie s'observe encore mieux dans les lits intercalés de houille et les plans de stratification qui tantôt ne coïncident pas des deux côtés du filon, tantôt n'ont point de continuation dans la paroi opposée. A l'extrémité sud-ouest, le filon „Téléphone" est nettement coupé dans le sens du plan du schiste, tandis que dans la partie nord-est il tourne peu à peu vers l'est (voir le plan de la coupole Téléphone, fig. 5) pour aller rencontrer, sous un angle très aigu, le croiseur dans lequel il disparaît.

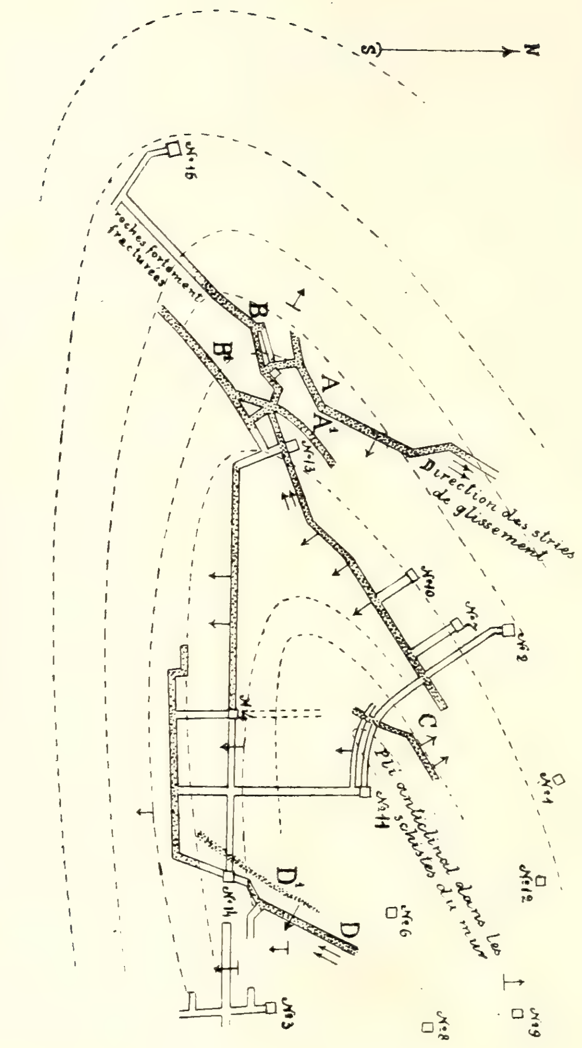


Fig. 6. Plan des „Grandes Explorations“.

La coupole des „Grandes explorations“ est séparée de la voûte „Téléphone“, située vers le nord, par un vallon à pentes douces. Le flanc nord de la voûte des „Grandes explorations“ est nettement marqué par des bandes de grès métallifère, entamé en partie par les anciens travaux d'exploitation à ciel ouvert, en partie par des carrières, ouvertes pour exploiter le grès qui sert de matériel de construction. La coupe horizontale de la partie ouest de la voûte présente la forme d'une lancette; vers l'est la coupole s'élargit progressivement et de dessous les grès métallifères apparaissent peu à peu les roches sous-jacentes. A l'est du puits (№ 9 de la fig. 6), un canal creusé transversalement à la direction des roches, a mis à jour les deux ailes opposées du grès, de dessous lesquelles on voit surgir des schistes arénacés bruns, nettement pliés en anticlinal, avec plongement des couches vers le NE 20° et vers le S. Sous terre, le pli anticlinal peut être suivi dans la galerie latérale allant du № 11 au filon métallifère B, et traversant les schistes du toit de la série des roches métallifères. A l'extrémité sud-ouest de la coupole, on observe, dans la direction du puits № 15 et aux niveaux de 15 et 20 sagènes, un très fort refoulement accompagné de fractures qui semblent témoigner d'un fort dérangement dans la stratification des roches entre la coupole et la cuvette d'à côté.

Comme dans la coupole „Téléphone“, les filons métallifères remplissent ici des fentes dues évidemment à la rupture des roches au sommet de leur courbure lors de la formation de la voûte. Dans la coupole des „Grandes explorations“ les travaux souterrains ont constaté 5 de ces fentes (fig. 6 AA_1, BB_1, C, DD_1, E)[1]). Ces fentes, ainsi que celles des coupoles „Sophia“ et „Téléphone“, se distinguent par leur grande richesse en minerai. Ordinairement elles présentent deux épontes nettement distinctes, toutes deux polies et couvertes de stries, produites par le glissement d'une joue sur l'autre; parfois il n'y a qu'une seule éponte franche, également polie et striée, contre laquelle s'est frottée la partie contiguë des roches de contact, partie fortement morcelée et fendillée, mais très métallifère. Le „filon Téléphone“ qui se rapporte au premier de ces types, a les épontes nettement polies, plongeant ordinairement vers le sud-est; l'espace entre les épontes est rempli de quartzite fortement morcelé, mais non écrasé en poussière. Au second type appartient la fracture BB_1, des „Grandes explorations“ qui n'a qu'une seule lèvre polie. Le mode de structure en est expliquée dans le dessin schématique (fig. 9) qui montre à gauche le côté poli, régulièrement incliné vers le sud-est; contre ce côté poli s'appuie, à droite, une bande de quartzites réduites en morceaux à angles vifs; les roches restées en place (à droite) offrent des plans polis, diversement inclinés par rapport à l'horizontale.

Ce que nous avons dit de la structure des coupoles, peut en quelque sorte servir à expliquer la formation des ruptures survenues

---

[1]) Par mégarde la lettre E n'est pas marquée sur la fig. 6. Elle doit être placée à côté du puits № 3.

Coupes des „Grandes explorations".

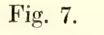


Fig. 7.

Puits No 2 — Puits No 11 — Puits No 4

Fig. 8.

Puits No 1 — Puits No 6 — Puits No 3

Schistes argileux. — Grès micacé à grain fin. — Quartzite. — Grès micacé ferrugineux. — Grès fissuré kaolinique. — Quartzite avec minces couches de houille. — Grès à cinabre. — Quartzite à cinabre.

dans les coupoles. Les premières fentes et les plus profondes sont celles qui se sont produites, comme nous l'avons dit, dans la direction du méridien ou à peu près, par la rupture de la courbure des couches, et qui vont sous un angle aigu ou en croix à la direction générale des roches constituant la localité. C'est dans ces fentes-ci que s'est opérée la plus riche minéralisation, se propageant par les fissures qui traversent les roches encaissantes. Plus récents sont les rejets dans la direction des couches (croiseurs) qui viennent couper obliquement les fractures richement minéralisées suivant à peu près la direction du méridien. Plus récentes encore semblent être les coupes des filons métallifères dans le plan du glissement, par exemple celle que nous avons indiquée dans le „filon Téléphone".

Les observations que l'on a faites sur la distribution du minerai dans les gîtes ont montré que, si l'on coupe un filon métallifère transversalement, le minerai se voit sur le plan de section groupé en un réseau irrégulier, réparti conformément au nombre des fissures traversant les grès et les quartzites (fig. 10). Un rôle important dans la distribution du minerai semble appartenir aux charbons interstratifiés qui semblent avoir été les concentrateurs de la substance métallifère. D'un intérêt





Fig. 9.

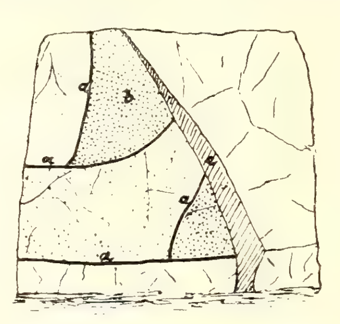


Fig. 10. Gîte du „Téléphone". *a*—intercalation de houille; *b*—minerai riche; *c*—roches fracturées et broyées.

particulier aussi sont les intercalations, dans les quartzites, de houilles renfermant dans leur masse des cristaux distincts et parfaitement formés de cinabre. On observe parfois des inclusions de cinabre dans la masse compacte des roches encaissant les fentes métallifères, mais, ici aussi, il faut supposer que la présence du métal est en rapport avec l'existence, dans ces roches, de très petites fissures invisibles à l'œil nu.

La zone la plus minéralisée comprend un grès quartziteux grossier à gros grains de quartz, recouvrant le conglomérat et le schiste du mur de la suite métallifère. Il est très probable qu'ici aussi la richesse en minerai dépend des conditions qui ont favorisé la pénétration des solutions par les fentes tectoniques et à travers la

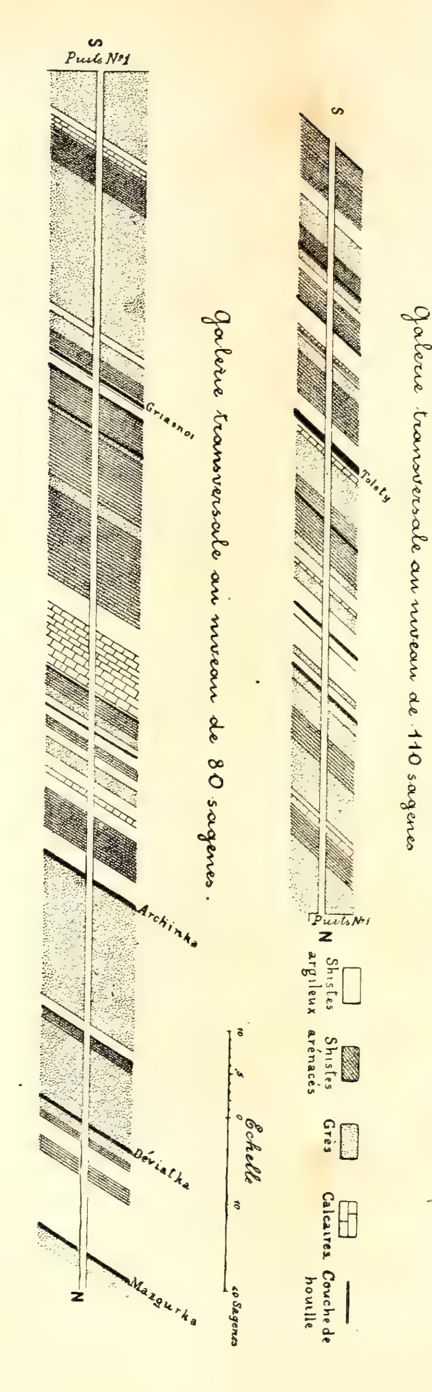

Galerie transversale au niveau de 110 sagenes
S
Puits No 1
N
Tolsty
Galerie transversale au niveau de 80 sagenes.
S
Puits No 1
Griasnoi
Archinka
Dévialka
Mazurka
N
Shistes argileux
Shistes arénacés
Grès
Calcaires
Couche de houille
Échelle
10
5
0
10
40 Sagenes

Fig. 10.



Carte géologique des environs de la station Almaznaïa

roche même. En général, il est à remarquer que les explications du dépôt du minerai de mercure par des solutions, explications données par G. Becker dans ses mémoires sur les gîtes de mercure en Californie, sont parfaitement applicables à notre gisement.

La composition du minerai de mercure est relativement assez uniforme. Outre le cinabre sous forme de masse cristalline, et un vermillon terreux d'un rouge vif, le minerai le plus fréquent est la stibine de couleur gris d'acier clair, en amas radiés, et la même substance plus foncée qui se présente sous l'aspect de cristaux aiguillés tapissant souvent le plan de la cassure des grès. La stibine se rencontre assez fréquemment associée à la stiblite. La pyrite, compagne ordinaire de ces minerais, est surtout développée dans le voisinage du croiseur et dans des conglomérats recouvrant les schistes du mur.

La mine de la Société de l'industrie houillère de la Russie du Sud.

Après l'examen de la mine de mercure, les excursionnistes se rendront à la station Gorlovka pour visiter la mine de la Société de l'industrie houillère de la Russie du Sud. La mine de cette société, une des premières qui ont été ouvertes dans la partie occidentale du bassin du Donetz, est considérée aujourd'hui comme une des mieux organisées du rayon.

Ici, comme dans la mine de la Société russo-belge, située près de la station Wolyntséwo, la suite des dépôts carbonifères est disposée sur l'aile méridionale du pli anticlinal connu dans le bassin du Donetz sous le nom de fracture principale. Les couches carbonifères inclinées en pente raide vers le SSW, sous un angle de 50—60°, présentent dans l'ordre ascendant la même coupe que l'on a vue près de la station Wolyntséwo. Grâce à l'excellente organisation de la mine, il sera possible de visiter les galeries qui coupent la série la plus productive des dépôts carbonifères du bassin. Les galeries partant du puits № 1 sont surtout intéressantes; une d'elles se dirige, à une profondeur de 80 sagènes, vers le nord, du côté du mur, l'autre, à la profondeur de 110 sag., va rejoindre le toit. Les figures 10 représentent ces deux galeries avec la dénomination des couches acceptée dans la mine.

2-me jour.

Les environs des stations Almaznaïa et Warwaropol.

(pl. B).

La station Débaltséwo est située sur les dépôts de la suite C_2^3 dont le calcaire (№ 14 de la coupe générale) surgit en saillie, s'étendant perpendiculairement à la direction du chemin de fer Débaltséwo —

Lomowatka, à une distance d'environ 2½ verstes de la station. Le pendage des roches est ici vers le SW. Après avoir dépassé le calcaire (14), la voie ferrée traverse, sur le parcours de 4—5 verstes, les couches de la suite C_3^2, inclinées assez faiblement vers le SW. Le calcaire (23) séparant C_3^2 de C_3^1 affleure d'une manière presque imperceptible. Plus loin le chemin de fer parcourt les dépôts de la suite C_3^1 qui forment une grande dépression compliquée par des plis secondaires, et traverse une seconde fois le calcaire (23) plongeant ici vers le NW, entre les stations Lomowatka et Almaznaïa. Entre les stations Débaltséwo et Lomowatka, la ligne traverse un plateau de partage, assez uni, occupé par des champs cultivés, s'abaissant peu à peu vers les rivières au SE et au NW. Dans le voisinage de ces cours d'eau le terrain est découpé par des ravins et des vallons. De nombreuses petites chaînes de calcaire et de grès donnent à la région le caractère typique du bassin du Donetz. Çà et là on aperçoit, des deux côtés du chemin de fer, des exploitations peu importantes mettant en oeuvre les couches de la suite C_3^1.

Après la station Lomowatka la voie va s'engager dans cette région montagneuse et couper quelques-uns des chaînons par de petites tranchées. Une tranchée plus considérable, à 3 verstes de la station, montre d'abord des grès, des schistes et de minces intercalations de calcaire, puis le calcaire gris argileux (23) qui a ici une puissance d'environ 10 mètres et qui est divisé par plusieurs couches interstratifiées de schistes. Les roches plongent vers le NW sous un angle d'environ 45°. Au-delà de cette tranchée la voie fait un coude et continue, suivant pendant quelque temps la direction des couches, parallèlemeut aux chaînons des grès schisteux. Plus loin elle entre dans la région représentée sur la planche B.

Cette région, l'une des plus industrielles du bassin du Donetz, renferme des gisements très importants de charbons à coke et à gaz, les deux sortes de charbons aujourd'hui les plus appréciées. C'est là que se trouvent les mines les plus importantes, p. ex. celles de la Société Alexéïew, de la Société de Briansk, de la Société du Kriwoï-Rog, de la Société d'Almaznaïa, de W. Maximow, de la Société Goloubovskoïé, de la Société Pétro-Marievskoïé etc. Toutes ces mines sont rejointes à la ligne magistrale, les unes par des rails, les autres par des voies suspendues. Les points de lancement du charbon sont les stations Almaznaïa, Warwaropolié et Goloubovka. Actuellement la station Almaznaïa est la première et la plus importante du bassin du Donetz pour la quantité de charbon qui en est expédiée.

Ce rayon est coupé par les rivières Lozowaïa, la Nijné-Kamychéwakha et la Lougan. Le relief en est très capricieux. Les couches de houille d'une tectonique compliquée en occupent presque toute l'étendue. La configuration du terrain dépend en grande partie des chaînons déjà mentionnés plus haut. Ce qui différencie surtout ces chaînons de ceux du rayon de l'anticlinal principal, c'est qu'ils sont exclusivement formés de calcaires, les puissantes couches de grès y étant très rares.

Le caractère général de la structure géologique de la région et la disposition des horizons sont assez clairement indiquées sur la carte adjointe que nous n'ayons pas à entrer dans les détails [1]).

Pour se faire une idée d'ensemble de la tectonique de la région et de son influence sur son relief, il suffit de jeter un coup d'oeil du haut d'un des „tombeaux" disséminés en grand nombre aux endroits les plus élevés, et particulièrement du „tombeau Ostraïa" qui se dresse sur une hauteur formée par de petits plis du calcaire 37. Les plis de ce calcaire peuvent servir d'exemple du fin plissement caractéristique de ce rayon. Au pied du tombeau le calcaire forme une cavité synclinale au fond de laquelle se remarque encore un petit pli anticlinal.

Du haut de ce tombeau on a devant soi toute la disposition des mines du rayon et l'on peut suivre du regard toutes les sinuosités des chaînons qui en expriment parfaitement la tectonique. Un de ses brusques détours se voit, entre autres, près du tombeau „Gorodok", où le calcaire de l'horizon 71, tournant à angle droit, forme pour ainsi dire un mur de retranchement.

La tectonique de la région est surtout caractérisée par son petit plissement. Outre le plongement en différents côtés des divers plis, on observe une inclinaison générale des couches vers l'ouest, c'est-à-dire la cuvette de Bakhmout.

La tranchée du chemin de fer de la mine de Briansk et celles de la ligne magistrale près du pont de la Lougan montrent d'une manière bien nette le caractère du plissement.

Dans la première de ces tranchées on voit d'abord un pli synclinal très comprimé des horizons 36—42, puis un pli voûté à flancs doucement inclinés des calcaires 42 c.

La seconde tranchée offre aussi un pli anticlinal à flancs faiblement inclinés, formé par les calcaires de l'horizon 61.

Mais la région n'est pas seulement remarquable par ce menu plissement; elle l'est encore par son grand nombre de failles ou plutôt de pli-failles. Le plus important de ces plis-failles, celui dont il a déjà été question dans l'esquisse générale, traverse le domaine de la mine Pétro-Marievsky entre les puits „Pouchkin" et „Charlotte", coupe ensuite la rivière Lougan et va se prolonger entre les mines des Sociétés Goloubovskoïé et W. Maximow. Plus loin il se dirige vers l'est, comme la carte l'indique, à travers la rivière Kamychéwakha. Par là on voit que la ligne de la faille est très brisée. Par endroits les dépôts des deux côtés de la faille sont en contact immédiat, ailleurs ils sont séparés par une bande, large de 200 à 400 m., de roches disloquées et fortement fracturées. Quant aux autres plis-failles, ils sont le plus souvent en liaison génétique intime avec le plissement et leur direction est en général celle des roches. Un trait intéressant se présente dans le brusque changement simultané de certains plis-failles et

---

[1]) La carte adjointe ne montre que les calcaires qui séparent les différentes suites ou qui ont une influence marquante sur la tectonique.

Fig. 11. Coupe suivant la ligne *AB*.

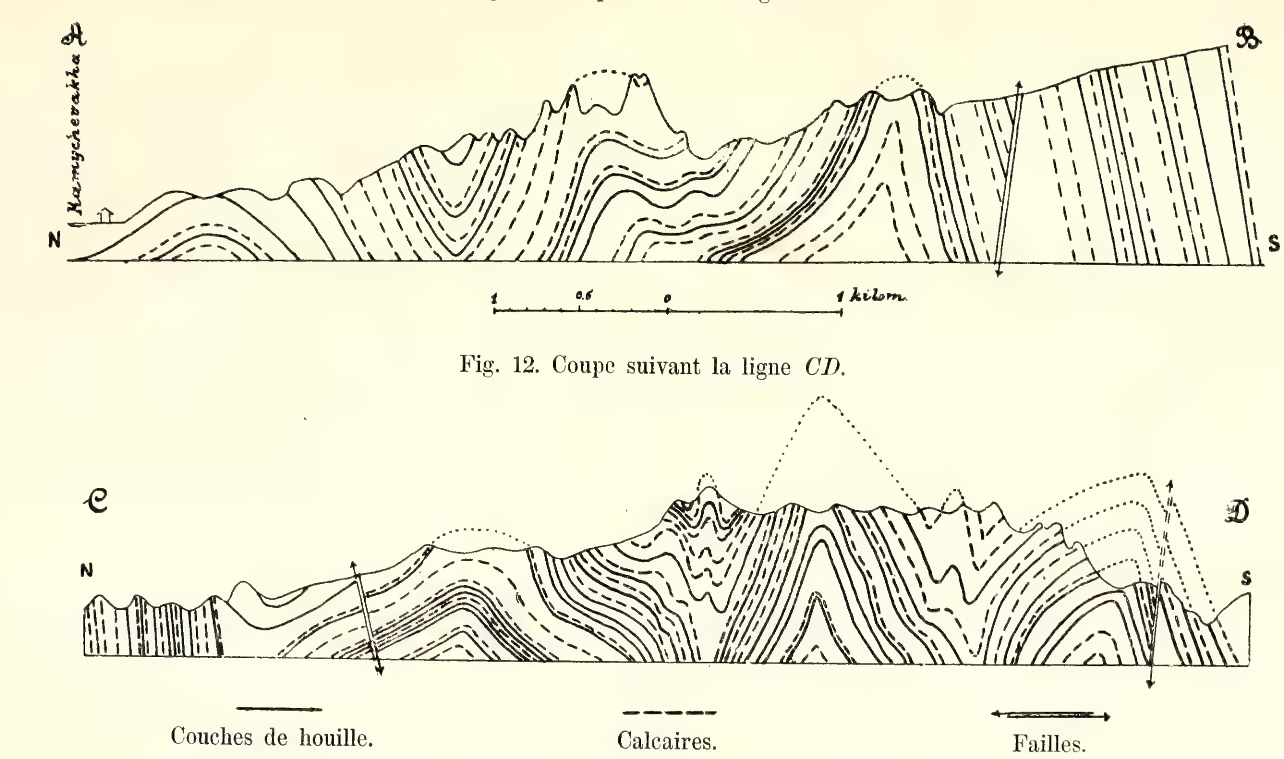


Fig. 12. Coupe suivant la ligne *CD*.

Couches de houille. Calcaires. Failles.

NB. Les roches entre les houilles et les calcaires sont des grès et des schistes.

des roches, entre autres près de la mine Orlovsky de la Société Alexéïew. Là, comme le montre la carte, les roches tournent brusquement sous un angle de 90°; il en est de même de la faille. Des failles formant un angle aigu avec la direction des roches, peuvent être observées dans le domaine de la mine Almaznaïa où l'une d'elles sera bientôt traversée par une galerie latérale du puits principal; on peut en remarquer aussi dans les alentours de la mine Orlovsky, dans le domaine de la mine Briansk etc.

Dans les environs du village Kalinovka qui présentent de beaux affleurements très nets, on peut prendre connaissance de la succession des couches des suites *PC*, C_3^3 et C_3^2. La visite de ces affleurements n'a pu malheureusement entrer dans le programme de l'excursion.

Les dépôts de la suite C_3^1 se voient très bien dans les tranchées de la ligne qui conduit à la mine de la Société Almaznaïa. On y peut observer tous les horizons compris entre le 23-me et le 42-me. Les horizons 31—42*a* sont particulièrement bien coupés dans la tranchée près de la rivière Kamychéwakha, où l'on peut observer les calcaires de tous les niveaux, abondant en fossiles.

La suite C_2^6 se voit très clairement dans la majeure partie des terrains miniers et se montre, grâce à de nombreux plis, dans beaucoup d'affleurements naturels et artificiels.

La suite C_2^5 se découvre le mieux dans les mines Orlovsky et Kamensky de la Société minière Alexéïevskoïé.

Les suites C_2^4 et C_2^3 peuvent être observées dans les tranchées du chemin de fer de la mine W. Maximow. Cette voie coupe successivement les couches comprises entre C_2^6 et C_2^3. La mine, située sur les ailes d'un pli, exploite la suite C_2^3. Les puits ouverts à proximité de la voie ferrée, dans la courbure même du pli, travaillent à la fois les deux ailes, dont celle du nord est peu inclinée (8°—12°), comme presque partout dans le bassin du Donetz, tandis que celle du sud est raide (35°—40°).

Le puits № 7, creusé près de la „Moguila Wétochka" a fait rencontrer la grande faille dont il a été question plus haut, et dans laquelle les dépôts de la suite C_2^3 sont en contact avec ceux de la suite C_2^5.

La plupart des mines exploitent les charbons de la suite C_2^6, entre autres les mines de la Société Goloubovskoïé, de la Société Pétro-Marievskoïé, de la Société Almaznaïa, de la Société du Kriwoï-Rog, de la Société de Briansk, la mine Pavlovsky de la Société minière Alexéïevskoïé. Dans ces quatre dernières mines on apprécie surtout pour ses hautes qualités la couche de l'horizon 53, connue sous le nom de couche „Almaznaïa", dont l'épaisseur dépasse rarement 0,7 m. La suite est le mieux développée dans le terrain appartenant à la Société Almaznaïa, où elle contient 6 couches de houille d'une puissance d'ensemble de 5 à 6 mètres. La galerie latérale du nouveau puits coupe non seulement cette suite, mais encore les horizons inférieurs de la suite superposée C_3^1.

La suite C_2^5 qui contient jusqu'à 6 couches productives de charbon, est exploitée par les mines Kamensky et Orlovsky de la Société minière Alexéïevskoïé.

La suite C_2^4, comme nous l'avons dit dans l'esquisse générale, ne contient pas de couches de houille productives.

La suite C_2^3 est exploitée dans la mine de W. Maximow et dans la mine Pougatchevsky de la Société minière Alexéïevskoïé.

Le rayon dont nous parlons peut aussi venir comme preuve à l'appui des changements dans la qualité du charbon dont il a été question dans l'esquisse générale. Si nous suivons la direction de la suite C_2^6 (voir la carte) en partant des mines de la Société Pétro-Marievskoïé et en passant par celles des Sociétés Almaznaïa, du Kriwoï-Rog et de Briansk, pour aller vers la mine Pavlovsky de la Société minière Alexéïevskoïé, nous nous convaincrons que les charbons deviennent de plus en plus pauvres en matières volatiles. Pour mettre ces changements encore plus en évidence nous examinerons par exemple la couche Almazny. Dans la mine de la Société Pétro-Marievskoïé cette couche présente une teneur en matières volatiles de 35%; dans celle de la Société Almaznaïa, d'environ 30%; dans celle de la Société du Kriwoï-Rog, d'environ 25%; dans celle de la Société du Briansk, 18%; dans celle de Krasnopolié (situee un peu au sud du bord sud de la carte), 15% et même moins. On voit par là que sur une distance qui n'est guère supérieure à 30 verstes (en comptant dans la direction des couches) la teneur en matières volatiles diminue graduellement de 20%. Ce changement s'observe, dans la même direction, dans les charbons de toutes les suites.

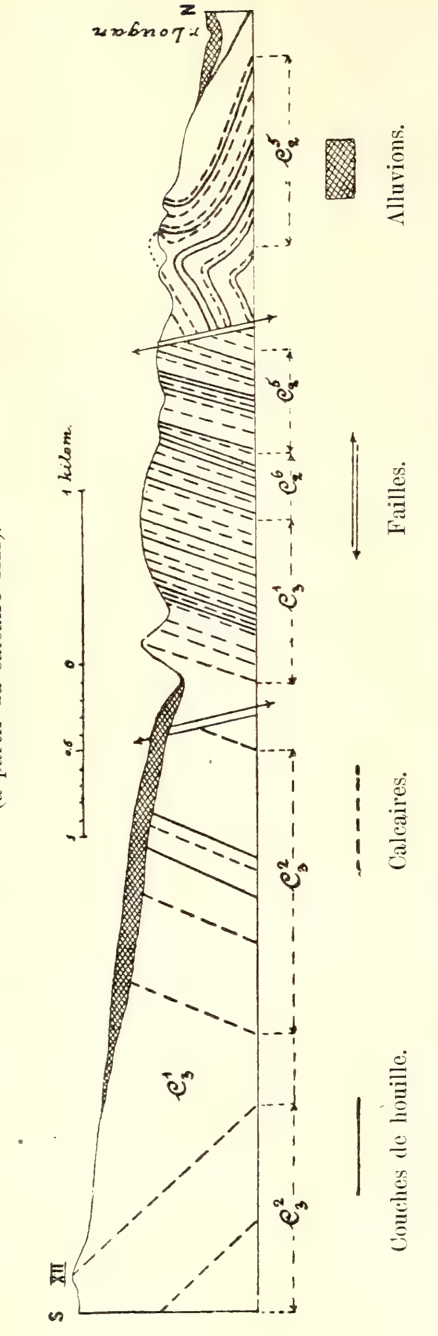
De la station Almaznaïa les excursionnistes se rendront à la station Warwaropolié. La plus grande partie de ce parcours est donnée sur la fig. 13. Les tranchées qui offrent le plus d'intérêt se trouvent près du pont du chemin de fer jetée sur la rivière Lougan. Ici est bien découpé le pli voûté, faiblement incliné, dont il a été déjà question. La tranchée se termine par de puissants grès légèrement inclinés, avec séparation diagonale bien nette.

Près de la station Warwaropolié se montrent de beaux affleurements bien prononcés des roches de la suite C_2^6 et d'une partie de C_3^1 avec faible plongement vers le N. D'autres affleurements nets de ces couches se remarquent entre les stations Warwaropolié et Goloubovka.

Sur la voie, à partir de la station Goloubovka à la station Marievka, on peut voir, d'abord sur la rive droite de la Lougan, puis sur la rive gauche de la Werkhné-Kamychéwakha (au-delà des limites de notre carte), des plis anticlinaux elliptiques parfaitement exprimés. Le puits „Pierre“, tout à côté de la station Marievka, exploite les couches de l'horizon 41.

A partir de la station Marievka jusqu'à la station Popasnaïa, la voie ferrée traverse des dépôts carbonifères qui n'affleurent d'une manière nette que loin de la ligne, principalement au nord, le long de la Nijné-Kamychéwakha.

Fig. 13. Coupe le long du chemin de fer depuis la station Almaznaïa jusqu'à la station Warwaropolié (à partir du calcaire XII).



NB. Les roches entre les houilles et les calcaires sont des grès et des schistes.

Près de la station Popasnaïa, dans la direction de la station Dékonskaïa, le chemin de fer coupe le calcaire le plus élevé du carbonifère (1) et se prolonge en parcourant les dépôts permo-carbonifères et permiens. Grâce au développement d'argiles plastiques, le relief du terrain devient plus adouci. Les vallons offrent des talus d'une pente faible. Les affleurements naturels sont rares et peu nets. Ce n'est qu'aux endroits délavés des collines que l'on voit des argiles et des grès rouges. La région garde ce même caractère jusqu'à la station Dékonskaïa.

Les mines de sel.

Dans l'esquisse générale nous avons dit que l'assise dolomitique du permien inférieur de la cuvette de Bakhmout repose sur des argiles gris jaunâtre et des marnes argileuses avec couches subordonnées de gypse, d'anhydrite et de sel gemme. Au nord-est et au sud de la ville de Bakhmout, cette suite de roches atteint jusqu'à 100 sagènes de puissance. Le plongement général des couches correspond à celui des dépôts sous-jacents du permien inférieur au bord de la cuvette. A l'est de Bakhmout l'inclinaison générale des couches se dirige vers l'est, sous un angle de 3 à 4°.

La présence de sources salines aux environs de Bakhmout était déjà connue depuis longtemps, mais ce ne fut qu'en 1871 que M. Skaramanga et C° firent la première tentative d'extraire, à proximité de la ville même, la saumure à l'aide d'un forage. A la profondeur de 49 sagènes le forage traversa une couche de sel gemme. En 1874, d'après les indications de MM. Karpinsky et Eroféïew, on pratiqua, près de Dékonskaïa, un sondage qui atteignit la profondeur de 110 sagènes après avoir traversé, à partir de la 37-me sagène, 9 couches de sel d'une puissance d'ensemble de 49 sagènes.

La coupe du terrain traversé par ce forage étant caractéristique de la suite salifère, nous donnerons ici la succession des couches d'après les données communiquées par P. Eroféïew, sous la direction duquel le sondage a été exécuté:

	Epaisseur des couches.		Profondeur du forage.	
	pieds	pouces	pieds	pouces
1) Terre végétale	2	0	2	0
2) Argile sableuse jaune . .	3	6	5	6
3) Sable meuble.	21	0	26	6
4) Argile	6	6	33	0
5) Gypse	1	6	34	6
6) Argile rouge.	8	6	43	0
7) Grès calcarifère.	24	0	67	0
8) Gypse intercalé d'argiles .	27	8	94	8
9) Anhydrite.	2	10	97	6

	Epaisseur des couches. pieds	pouces	Profondeur du forage. pieds	pouces
10) Gypse et argile.	22	0	119	6
11) Argile brun gypsifère . .	1	9	121	3
12) Gypse	7	3	128	6
13) Anhydrite	44	0	172	6
14) Argile bigarrée.	12	6	185	0
15) Marne gypseuse.	2	0	187	0
16) Gypse rose	0	4	187	4
17) Marne interstratifiée d'anhydrite	4	2	191	6
18) Anhydrite	9	5	200	11
19) Argile brune salifère. . .	11	6	212	5
20) Argile marneuse avec strates de dolomie et d'anhydrite	14	5	226	10
21) Anhydrite salifère. . . .	16	8	243	6
22) Argile brune salifère. . .	11	3	254	9
23) Sel gemme.	4	7	259	4
24) Argile à briques avec strates de gypse	18	4	277	8
25) Anhydrite.	21	4	299	0
26) Sel gemme interstratifié de gypse	6	3	305	3
27) Sel gemme en grains . .	117	2	422	5
28) Argile gypsifère de couleur de fumée	4	8	427	1
29) Anhydrite salifère bleuâtre	34	4	462	5
30) Dolomie	33	2	495	7
31) Sel gemme.	17	6	513	1
32) Dolomie	9	11	523	0
33) Sel gemme avec argile .	6	0	529	0
34) Dolomie	13	2	542	2
35) Sel gemme.	50	5	592	7
36) Dolomie	7	5	600	0
37) Sel gemme.	17	1	617	1
38) Dolomie	11	1	628	2
38) Sel gemme.	32	0	660	2
40) Dolomie	6	3	666	5
41) Sel gemme.	37	5	703	10
42) Dolomie	5	2	709	0
43) Sel gemme; le forage en a traversé.	55	6	764	6

Comme le fait voir la coupe, les deux premiers gisements de sel appartiennent à la suite supérieure du permien de Bakhmout, tandis

que les sept couches de sel suivantes sont encaissées entre des dolomies se rapportant en apparence à l'assise calcaro-dolomitique du permien inférieur dont il a été question dans l'esquisse générale.

Aux abords de ce forage l'ingénieur des mines Létounovsky ouvrit la mine de sel Briantsevka, appartenant aujourd'hui à une Compagnie française sous la firme „Société pour l'exploitation de sel gemme et de charbon". Les gisements de sel, portant sur la coupe générale les №№ 26—27, s'exploitent dans cette mine dans de vastes galeries souterraines, éclairées à l'électricité, qui sont un grand attrait pour les touristes dans leur visite aux alentours de Bakhmout.

Le sel a ordinairemeut l'aspect d'une masse blanche granulaire; assez souvent on rencontre de grands nids de sel tout à fait translucide avec de nombreuses cavités contenant le sel-mère. Parfois on trouve des cristaux de sel nettement formés, offrant, d'après les études de P. Jeremeïew, prépondérance du cube (100) en combinaison avec le rhombododécaèdre (110), les tetrahexaèdres (410), (210), (20.19.0), l'octaèdre (111), le trioctaèdre (776) et l'icositétraèdre (433).

Jusqu'à la seconde couche exploitée (26—27), la coupe donnée plus haut se répète dans toutes les mines voisines de celle de Briantsewka (Nowaïa-Wélitchka, Kharlamovka, Pierre le Grand). Si l'on compare entre elles les coupes de tous les puits, on voit que les couches s'inclinent, comme nous l'avons dit plus haut, vers l'ouest et que la couche productive s'amincit dans la même direction.

L'extraction du sel gemme, commencée, il y a à peine 16 ans, près de Bakhmout, a pris un si grand développement qu'elle fournit maintenant, annuellement, plus de 16,000,000 de pouds et est devenue une des premières industries du bassin du Donetz.

Après avoir examiné la mine de Dékonskaïa, les excursionnistes se rendront pendant la nuit à Rostow par le chemin de fer Koursk-Kharkow-Azow. Jusqu'à la station Amvrossievka la voie traverse la région des dépôts carbonifères sur la ligne de partage des systèmes des rivières Krynka et Kalmious. Entre les stations Amvrossievka et Ouspenskaïa les dépôts carbonifères disparaissent sous les roches crétacées et néogènes qui bordent la chaîne du Donetz du sud.

Les dépôts néogènes (sarmatiques) viennent se montrer pour la première fois près de la station Amvrossievka, située à 60 m. au-dessus du niveau de la mer. Les dépôts sarmatiques sont principalement représéntés par des calcaires grisâtres et des sables quartzeux jaunâtres. Plus loin au sud, au-delà de la station Ouspenskaïa (120 m. au-dessus du niveau de la mer) apparaissent en outre des couches pontiques composées de calcaires jaunâtres et blanchâtres très spongieux, criblés de moules et de moulages de coquilles. Des affleurements d'un pareil calcaire pontique, de couleur brunâtre, longent le chemin de fer jusqu'à la ville de Rostow. Plus près de la mer, les dépôts pontiques

sont le plus souvent arasés et dans les escarpements de Taganrog on ne voit plus que des couches sarmatiques supportant directement les dépôts posttertiaires: sables à coquilles d'eau douce, argiles brunes et loess. De la ville de Rostow jusqu'à la station Tikhoretskaïa, la voie ferrée traverse les steppes tout à fait plates de la région de l'ouest. Des dépôts plus anciens que les posttertiaires ne s'y voient ni dans les affleurements naturels ni n'ont été trouvés par les sondages profonds exécutés le long de la ligne du chemin de fer.

XVII

LES EAUX MINÉRALES DU CAUCASE

PAR

K. ROUGUÉVITCH.

Bibliographie.

1853. H. Abich. Explication de la coupe géologique du versant nord du Caucase, depuis l'Elbrous jusqu'au mont Bechtaou. Calendrier du Caucase pour l'année 1853 (en russe).
1865. H. Abich. Beiträge zur geologischen Kenntniss der Thermal-quellen im Kaukasus.
1874. H. Abich. Geologische Beobachtungen auf Reisen im Kaukasus im Jahre 1873. Bulletins de la Société Impériale des naturalistes de Moscou.
1875. J. François. Mémoire sur la genèse des eaux minérales des groupes nord du Caucase.
1875. E. Favre. Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase.
1876. S. Simonowitch, L. Batzéwitch et A. Sorokin. Description géologique de la région de Piatigorsk. Matériaux pour la géologie du Caucase. 1876 (en russe).
1884. Léon Dru. Note sur la géologie et l'hydrologie de la région du Bechtaou. Bulletins de la Société géologique de France.
1886. J. Mouchkétow. Notices géologiques sur les eaux minérales du Caucase. Bulletins de la Société Impériale de minéralogie de St. Pétersbourg (en russe).
1886. Fr. Schafarzik. Reise-Notizen aus dem Kaukasus.
1896. N. Karakasch. Observations géologiques dans les vallées des fleuves Ouroukh, Ardon, Malka et dans les environs de Kislowodsk. Trav. de la Société des Naturalistes, St. Pétersb. T. XXIII.

Aperçu général des conditions géologiques de la région des eaux minérales du Caucase.

(pl. *A*, *B*, *C*).

Sur tout le parcours entre Rostow et la station Minéralnya-wody (Eaux-minérales) s'étend en plaine une steppe dont la triste uniformité n'est interrompue que par quelques faibles ondulations du terrain dans la direction de la parallèle de Stavropol. La configuration de la région ne change brusquement qu'aux abords de la station Minéralnya-wody, d'où un embranchement quitte la ligne du chemin de fer de Wladikavkaz pour s'avancer sur Kislowodsk. La vue générale du paysage est toujours encore, pour ainsi dire, la steppe plane, mais sur laquelle s'élève cependant toute une série de monts isolés, le plus souvent coniques, épars sur l'espace qui sépare la station Minéralnya-wody d'Essentouki. Six verstes avant d'arriver à la station Minéralnya-wody, à gauche et au nord de la voie ferrée, se dresse à 381 m. au-dessus du niveau de la mer le mont Koum ou Kinjal au sommet pointu qui lui a donné son nom (Poignard). A droite de la ligne, presque sur la même parallèle que le Kinjal, s'élèvent les monts Werblioud (884 m.) et Byk (816 m.). Entre Minéralnya-wody et Piatigorsk on voit à droite, se suivant les unes les autres, les montagnes: Zmiéwaïa (990 m.), Razwalka (924 m.), Jéliéznaïa (856 m.) et le Bechtaou, la plus haute cime de la région de Piatigorsk (1398 m.); à gauche de la ligne du chemin de fer se dressent le mont Lyssaïa (735 m.) et le Machouk (984 m.), au pied duquel est située la ville de Piatigorsk. Au sud de Piatigorsk s'élèvent deux montagnes plus considérables, le Youza ou Bolwan (971 m.) et le Djoutsa (1197 m.), au sud-est le Zolotoï-kourgan (880 m.). De plus, il y a près du massif principal du Bechtaou quelques hauteurs moins considérables, telles que les monts Ostraïa, Médovka, Chéloudiwaïa.

Entre Piatigorsk et Essentouki la région conserve son caractère de steppe plane qu'elle garde encore sur un parcours de 10 kilomètres au-delà d'Essentouki, dans la direction de Kislowodsk. Ensuite, longeant sans interruption le bord gauche de la vallée de la rivière Podkoumok, le chemin de fer traverse une hauteur, dite chaîne du Djinal, pour entrer dans la vraie région montagneuse des premiers rameaux de l'arête principale du Caucase. Plus au sud la vallée de la Podkoumok change de direction, en tournant vers l'ouest, pour longer ensuite l'arête du Djinal. La voie ferrée de son coté passe à la rive droite de la rivière et se dirige, par la station Kislowodsk, aux eaux médicales de Kislowodsk.

La région est constituée par des roches sédimentaires et des roches éruptives.

Les roches sédimentaires les plus anciennes sont des dépôts du système crétacé dont on peut distinguer plusieurs horizons.


CARTE GÉOLOGIQUE
DE LA RÉGION DU BECHTAOU ET DE LA CHAÎNE DU CAUCASE AU NORD DU Mt ELBROUS
LÉGENDE.
Dépôts quaternaires et système eocène
Système crétacé (Séries supérieures)
Système crétacé (Séries inférieures)
Système jurassique (Séries supérieures)
Système jurassique (Séries inférieures)
Granite
Microgranulite
Porphyre pétrosiliceux
Echelle
Nota. Les altitudes sont indiquées en mètres au dessus du niveau de la Mer Noire
Mt Kouma
Mt Bouroundouk
Souvorovskaia
Mt Verbloud
PIATIGORSK
Goriatchevodskaia
Machouka
Kislovodsk
Mt Djoutza
Mt Youtza
Mt Donal
Mt Echkakon
Mt Bermamout
Ferme Aboukova
Zolskaia

Le système crétacé a pour base des calcaires dolomisés, affleurant dans le lit et les bords de la rivière Olkhovka sur son parcours à travers le park de Kislowodsk et plus loin au sud (coupe géologique de Kislowodsk pl. *B*, couche 1). Ces calcaires, caractérisés par la présence de nérinées, sont traversés en maints endroits par de larges fentes diaclases livrant passage à d'abondantes sources, tant minérales que d'eau douce; des mêmes calcaires sort la célèbre source d'eau acidulée, connue sous le nom de Narzan. Le calcaire supporte une série d'argiles schisteuses, de marnes interstratifiées de grès, de calcaires gréseux et de grès rouges (couches 2, 3, 4) caractérisés par la présence de *Nautilus pseudo-elegans* d'Orb., *Ostrea Couloni* d'Orb., *Astarte neocomiensis* d'Orb., *Terebratula sella* Sow., *Terebratula praelonga* Sow. etc. Toutes ces couches se rapportent à l'étage néocomien du système crétacé.

Abich et Favre ont constaté parmi les dépôts crétacés de la localité des couches aptiennes à *Ostrea aquila* Brong. et autres fossiles. Dans les coupes des environs de Kislowodsk les couches aptiennes ont été signalées par Mr Karakasch qui rapporte à cet étage les couches du grès rouge à *Toxoceras Emerici* d'Orb. (couches 5 et 6 de la coupe géologique).

Plus loin affleurent des grès glauconieux du gault, d'un jaune brunâtre à la surface désagrégée, s'élevant en échelons jusqu'au pied de la chaîne du Djinal et constituant les versants, tant droit que gauche, de la vallée de la rivière Podkoumok, ainsi que de son affluent, la Bérézowka, qui vient y tomber au nord de Kislowodsk. Ces grès abondent en fossiles dont les plus caractéristiques sont: *Thetis major* Sow., *Th. minor* Sow., *Gervilia alpina* Pictet, *Panopaea plicata* d'Orb., *Venus orbignyana* d'Orb., *Trigonia aliformis* Park., *Acanthoceras milletianus* d'Orb., *Ac. crassicostatum* d'Orb., *Natica gaultina* d'Orb. etc. Les grès sont parfois interstratifiés d'argiles noires, accompagnées de sources d'eau douce. Une particularité caractéristique des grès du gault de la région consiste en ce que les parois verticales de ses gradins présentent de nombreuses cavernes, ou plutôt des niches peu profondes, dont la formation est due à la structure à lames rebondies, propre à quelques-unes des couches du grès: sous l'influence des agents atmosphériques, des couches se détachent de la roche suivant le plan courbé de la séparation, formant ainsi peu à peu dans les escarpements des cavités plus ou moins considérables en forme de cavernes. En un point même, près de Kislowodsk, un de ces enfoncements traverse toute la saillie du grès, ce qui a fait donner à la localité le nom de Koltso-gora (Mont-anneau).

La crête de la chaîne du Djinal, c'est-à-dire des hauteurs qui s'étendent à peu près dans le sens de la parallèle géographique au nord de Kislowodsk, est constituée par des calcaires blancs de l'étage sénonien à *Ananchytes ovata* Lamk., *Inoceramus regularis* d'Orb., *Inoc. Cripsii* Mantell., *Offaster caucasicus* L. Dru. Les mêmes calcaires se montrent dans les deux rives de la Podkoumok jusqu'à

proximité de la station Essentouki, où ils font place à des marnes tertiaires. Les calcaires sénoniens composent aussi quelques-uns des monts isolés près de Piatigorsk, tels que le Machouk, le Youza, le Zolotoï-Kourgan; dans d'autres ils ne se trouvent que sur les pentes, les massifs étant formés de roches éruptives.

L'épaisseur totale des dépôts crétacés est d'environ 600 mètres; l'inclinaison est dirigée NE 20—30° avec plongement de 10 à 15°.

Les dépôts tertiaires de la région sont extrêmement pauvres en restes fossiles, de sorte qu'il est difficile d'y établir des subdivisions et d'en préciser l'âge. Les indices pétrographiques permettent cependant de distinguer deux horizons. Les calcaires sénoniens supportent directement des marnes dont les couches inférieures sont habituellement d'un gris foncé, tandis que les supérieures sont d'un blanc grisâtre. On y trouve parfois des écailles de poissons du genre *Meletta*. Ceci et les données batrologiques ont engagé Abich à classer les marnes dans l'éocène. Les marnes tertiaires paraissent avoir une extension considérable dans les limites de la plaine-steppe entourant Piatigorsk et Essentouki, mais leurs affleurements ne s'observent qu'à un nombre relativement restreint de points, principalement aux Essentouki et aux versants de quelques-uns de monts isolés de Piatigorsk (Machouk, Bechtaou, Jéliéznaïa et autres).

Les marnes sont recouvertes d'une assise d'argiles schisteuses gris foncé qui jouent un rôle important dans la structure des steppes planes du Caucase du nord. Dans la région de Piatigorsk la puissance des argiles est relativement peu considérable et les affleurements en sont peu nombreux (lac Tamboukan, colonie Karrass, versants du Bechtaou etc.); mais plus loin, vers le nord, les argiles schisteuses de couleur foncée ont un développement bien plus grand et une puissance de 200—300 mètres. Les argiles ne contiennent, de même que les marnes, que quelques rares restes mal conservés de poissons, et par suite leur âge reste jusqu'ici problématique. Quelques-uns des explorateurs les rapportent, comme les marnes sous-jacentes, à l'éocène; d'autres trouvent possible de les classer dans l'étage inférieur du miocène dont l'horizon supérieur est composé, près de Stavropol, de calcaires de grès de l'étage sarmatique à *Mactra podolica*, *Tapes gregaria* etc.

Entre les argiles schisteuses on rencontre çà et là des bancs ou des couches, se terminant souvent en coin, d'un grès dur jaune; parfois aussi on y trouve des concrétions de sphérosidérite argileuse, souvent d'un volume considérable (rivière Grémoutchka, colonie Karrass).

Les couches crétacées et tertiaires de la région de Piatigorsk sont coupées par deux systèmes de fissures exokinétiques, l'un orienté NO 300—315°, l'autre NE 10—30°. Ces fissures dont l'origine est en liaison avec les phénomènes de dislocation, jouent un rôle important dans l'hydrologie du pays, la majeure partie des sources de Piatigorsk, tant minérales que d'eau douce, étant en rapport intime avec le système des fissures au nord-est.

Les dépôts posttertiaires très variés de la région de Piatigorsk comportent:

1) Des couches de fragments arrondis et aplatis provenant de toutes les roches sédimentaires et cristallines développées aux alentours de Piatigorsk et d'Essentouki. A Essentouki la marne tertiaire en est directement recouverte. Çà et là les galets, cimentés par du carbonate de chaux, forment des conglomérats compacts et durs et des poudingues, preuve de la circulation active des solutions minérales dans les couches.

2) Des argiles loessoïdes jaunes avec couches intercalées et nids de gravier, recouvrant la plus grande partie de la steppe plane entre les hauteurs de la région de Piatigorsk.

3) Des dépôts d'éluvium, produit de la désagrégation des roches des montagnes, recouvrant les pentes.

4) Des travertins ou dépôts de carbonate de chaux des sources minérales, développés surtout près de Piatigorsk, où ils forment une ceinture presque ininterrompue autour du pied du Machouk, près du mont Youza et à Kislowodsk: ici ils constituent la petite élévation sur laquelle se trouve le restaurant.

5) Des alluvions modernes.

Les roches éruptives jouent un rôle important dans la tectonique de la région de Piatigorsk et offrent quelques particularités intéressantes. Pour ce qui est de la classification de ces roches, les géologues diffèrent d'opinion: Velain, d'après les échantillons reçus de L. Dru, les considère comme un microgranulite et porphyre felsitique; le professeur Mouchkétow est de la même opinion; Schafarzik, au contraire, prend la roche cristalline qui constitue le massif du Bechtaaou pour un trachyte quartzifère à orthose (pertite).

Les roches cristallines apparaissent dans les monts Kinjal, Zméiéwaïa, Razwalka, Jéliéznaïa, Bechtaou, Werblioud, Djoutsa et quelques autres. Les roches de toutes ces montagnes se ressemblent, ne différant que par la microstructure et l'absence ou la présence de divers minéraux accessoires. Elles se composent de cristaux d'orthose vitreuse (sanidine) et de quartz bipyramidé, qui sont cimentés par une pâte pétrosiliceuse. Les éléments accessoires sont de l'augite, de la biotite, du sphène, de la magnétite etc.

Les données dont on dispose permettent de supposer que l'éruption des trachytes a eu lieu à l'époque tertiaire et après le dépôt des marnes éocènes.

Les couches crétacées et éocènes sont fortement soulevées dans le voisinage des trachytes. Le caractère de ce soulèvement, ainsi que quelques autres phénomènes, font classer les épanchements des trachytes dans la série des formations que les géologues américains appellent laccolithes. Dans les hauteurs de la région de Piatigorsk on distingue plusieurs types de laccolithes analogues aux laccolithes américains. Ainsi par exemple les monts Machouk, Youza, Lyssaïa, Zolotoï-Kourgan, se présentent sous forme de coupoles, sur les pentes desquel-

les les couches du calcaire sénonien et de la marne éocène plongent dans toutes les directions possibles, tandis qu'au sommet elles conservent une position presque horizontale; le trachyte n'y perce nulle part au jour. Le sommet des monts Bechtaou, Zméiéwaïa, Jéliéznaïa, Razwalka et de quelques autres, est formé de trachyte contre lequel viennent s'appuyer les couches soulevées du calcaire sénonien et de la marne tertiaire. Le mont Djoutsa enfin est remarquable en ce qu'au pied et au sommet il y a affleurement de calcaire sénonien, alors qu'une partie des pentes est formée de trachyte; en outre, les couches du calcaire sont fortement soulevées au pied de la montagne et faiblement inclinées au sommet.

La région que nous décrivons est depuis longtemps célèbre par la richesse et la variété de ses sources minérales, au nombre de plus de cinquante. Les principales sont exploitées depuis plus d'un siècle comme sources médicinales, formant ce qu'on appelle les quatre groupes d'eaux minérales: le premier, de Piatigorsk, à eaux thermales sulfureuses; le second, de Jéliéznowodsk, à sources d'eaux ferrugineuses chaudes; le troisième, d'Essentouki, à sources froides alcalines et sulfureuses alcalines, enfin le quatrième, de Kislowodsk, à la source bicarbonatée ferrugineuse acidule, appelée Narzan. Outre cela il y existe encore une série de sources minérales, les unes déjà exploitées, les autres non, parmi lesquelles nous citerons la source d'eau amère dans la colonie de Karrass près de Piatigorsk, voisine par sa nature aux sources de Fridrichshall et de Pilnau; les sources sulfureuses alcalines près du mont Koum; la source Kouporossny (à sulfate de fer) près du mont Zmiéwa; le lac saumâtre de Tamboukan, fournissant une boue médicale d'excellente qualité etc.

Passons maintenant à la description rapide de chacun des principaux groupes de ces sources minérales.

Piatigorsk.

La partie la plus ancienne de la ville, les bains et autres établissements balnéaires, sont disposés au pied du flanc sud du mont Machouk, dans une étroite vallée entre cette montagne et son rameau, appelé Goriatchaïa-gora (Montagne chaude). Le massif principal du Machouk est formé de couches peu épaisses d'un calcaire sénonien bleuâtre, à texture cristalline, recoupées quelquefois par des filons de calcite et d'aragonite. L'inclinaison des bancs varie entre 10 et 55°. Au pied de la montagne les calcaires s´noniens supportent directement des marnes éocènes qui, métamorphosées çà et là sous l'influence des solutions minérales qui y circulent, ne se distinguent guère des calcaires sous-jacents, auxquels ils passent par transition insensible. La superposition des marnes sur les calcaires peut être observée entre autres à un point, connu sous le nom de Bolchoï-Prowal (Grand affaissement), un des points géologiques les plus intéressants aux alentours de Piatigorsk. Cet affaissement présente dans le calcaire sénonien une vaste cavité en forme d'entonnoir, profonde d'environ 35 mètres; une galerie

artificielle, longue de 42 mètres, joint cet entonnoir à une plate-forme sur la pente de la montagne. Au fond jaillit une source sulfureuse qui forme un petit lac ayant un écoulement perpétuel par un canal artificiel, creusé sous la galerie. La source du Bolchoï-Prowal offre une particularité qui la distingue des autres sources minérales de la région de Piatigorsk. Chaque année, à la fin du mois de mars ou en avril, l'eau du lac commence à croître fortement et, le niveau s'élèvant peu à peu, le lac sort de ses rives et couvre le fond de la galerie. Le débit de la source atteint en certaines années 6,000,000 litres par jour. La période de l'augmentation des eaux se prolonge un mois ou deux; ensuite le niveau commence à baisser graduellement, pour redevenir normal à la fin de mai ou au mois de juin. La différence entre le niveau le plus bas et le plus élevé peut être de 1,35 mètre. Les causes de ce phénomène sont jusqu'ici assez obscures, mais paraissent être en relation avec la fonte des neiges sur les contre-forts de la principale chaîne du Caucase les plus rapprochés de Piatigorsk.

A l'entrée de la galerie du Grand-Prowal se découvre un affleurement de marnes éocènes, tandis que les parois de l'entonnoir sont constituées par du calcaire sénonien, coupé par une large fissure très apparente se dirigeant NE 36°. C'est cette fente, comme on peut le supposer, qui forme le canal principal par lequel s'élèvent de la profondeur les eaux sulfureuses qui alimentent les sources minérales de Piatigorsk. Elle paraît s'étendre sur une distance considérable le long du versant sud du Machouk et s'est trouvée rencontrée, au sud-ouest du Prowal, près de la galerie Elisabeth, par une galerie souterraine qui donne aujourd'hui issue à la source de Tobie. Des ramifications peu considérables de cette fente alimentent plusieurs sources à faible débit: les deux Michel, l'extérieure et l'intérieure, et les deux Elisabeth, également extérieure et intérieure, d'une température plus basse que celle des sources qui s'écoulent de la fissure principale. Avec cette fissure dont nous venons de parler, communique une autre également large, qui longe un peu plus au sud l'arête du Goriatchïa-gora (Montagne chaude) composée de travertines. Cette fente qui se montre au jour en plusieurs endroits, est remplie d'eau minérale d'où se dégagent d'abondantes bulles de gaz hydrogène sulfureux et d'acide carbonique. C'est de cette fente que proviennent les sources exploitées: Alexandro-Nikolaïevsko-Sabanéïevsky et Alexandro-Yermolovsky. Pour en tirer l'eau minérale, on a creusé dans la pente de la Montagne chaude, perpendiculairement à la fente, des galeries se terminant à une certaine distance de celle-ci; des trous de sonde, conduits horizontalement du bout des galeries à la fente, donnent passage à l'eau minérale dont elle est remplie. A l'extrémité occidentale du Goriatchaïa-gora il existe encore quelques autres sources (Tieplossernyïé et Kabardinsky) d'une température relativement plus basse, entièrement dépourvues d'hydrogène ou n'en contenant qu'une faible dose. Ces sources-ci sont la dernière trace du courant principal souterrain de la Montagne chaude. La température plus basse et la moindre minéralisation de leurs

eaux s'expliquent par le long parcours qu'elles ont à faire dans les minces fissures, ramifications de la fente principale; l'eau se refroidit peu à peu dans le trajet et perd quelques-unes de ses parties constituantes, surtout l'hydrogène sulfureux.

Les travertins, c'est-à-dire les dépôts de carbonate de chaux des sources minérales, jouent un rôle assez important dans la constitution des versants du Machouk; ils constituent également toute la Montagne, chaude, de même que les hauteurs bornant la vallée de Piatigorsk au nord. Des dépôts considérables de travertin se trouvent aussi au versant nord et, ça et là, au versant ouest du Machouk. Les anciens tra-

Groupe d

	S O		
	Teplosserny № 1.	Alexandro-Yermolov-sky.	Tobie.
Température Celsius	27°,8	46°,9	46°,9
Débit en litres par 24 heures	85017	555000	25300
Eléments constituants en grammes par litre:			
Résidu fixe.	3,87200	4,47200	4,42000
Chlorure de potassium (KCl).	0,11245	0,11582	0,09550
„ sodium ($NaCl$)	1,48790	1,66272	1,67820
Sulfate de sodium (Na_2SO_4)	0,93441	0,97896	1,04008
„ magnésium ($MgSO_4$) . . .	0,19997	0,18009	0,16914
„ calcium ($CaSO_4$)	0,04582	0,07861	—
Hyposulfite de sodium ($Na_2S_2O_3$) . . .	—	—	0,01860
Carbonate de calcium ($CaCO_3$)	0,69870	1,12046	1,26964
„ magnium ($MgCO_3$) . . .	0,07858	0,07375	0,09278
„ sodium (Na_2CO_3). . . .	0,17301	0,10815	—
Silice (SiO_2)	0,05320	0,05281	0,07296
Oxyde d'aluminium (Al_2O_3)	—	0,01151	—
Hydrogène sulfureux (H_2S)	—	0,01321	0,00964
Acide carbonique (CO_2) en dissolution .	0,41040	0,57757	0,60720
„ „ libre	0,41939	0,58686	0,75020

vertins affleurent à 60—70 mètres au-dessus de la sortie actuelle des sources minérales, ce qui démontre l'abaissement graduel du niveau des sources. La composition des anciens travertins se distingue également de celle des dépôts actuels des sources sulfureuses: dans les dépôts actuels on rencontre presque toujours une quantité plus ou moins grande de soufre, produit de la décomposition d'hydrogène sulfureux, alors que les travertins plus anciens n'en contiennent jamais.

Voici, dans le tableau suivant, les principales données concernant la composition chimique, la température et le débit des principales sources du groupe de Piatigorsk:

Piatigorsk.

U R C E S.					
Elisabeth (intérieure).	Elisabeth (extérieure).	Michel (intérieure).	Michel (extérieure).	Alexandro-Nikolaïev-sko-Saba-néïevsky.	Bolchoï Prowal.
26°,2	29°,4	38°,4	32°,8	47°,8	29°,0
16346		3456	14550	281470	—
4.25480	4,25600	4,36400	4,39660	4,35900	3,78000
0,05286	0,05287	0,09840	0,09420	0,09665	0.09190
1,65013	1,65013	1,60650	1,60950	1,60703	1,38940
0,88207	0,88208	1,12000	1.15890	1,10795	0,96170
0,25359	0,25359	0,12660	0.09420	0,13758	0,11880
0.08140	0,08140	—	—	—	—
—	—	0,00710	0,01800	0,01001	0,00900
1,04362	1,04375	1,18000	1,15690	1,16391	1,03310
0,02651	0,02625	0,06910	0,09060	0,11435	0,05460
0,14512	0,14512	—	—	—	—
0,06790	0,06791	0,07410	0,07230	0,07612	0,06800
traces	traces	—	—	—	—
0,00343	0,00438	0,00830	0,00551	0,01078	0,00476
0,53170	0,53169	0,55400	0,55660	0,57200	0,48310
0,91900	0.95502	1,18960	1,01070	1,37500	1.27710

Jéliéznowodsk.

Les sources minérales de ce groupe appartiennent à la catégorie des sources ferrugineuses. Quelques-unes d'entre elles possèdent une température assez élevée—jusqu'à 51° C—grand avantage, les sources ferrugineuses chaudes étant en général assez rares dans la nature.

La station thermale est située dans une vallée boisée d'un aspect pittoresque, entre le Bechtaou et le mont Jéliéznaïa; sur les pentes sud-ouest et sud-est du dernier jaillissent les eaux minérales.

Le noyau central du mont Jéliéznaïa est constitué par un trachyte quartzeux contre lequel s'adossent les couches soulevées de la marne tertiaire recouverte de dépôts récents. Habituellement la marne supporte directement une couche d'argile, mêlée de fragments de trachyte et de marne, mélange assez perméable; cette couche est le plus souvent recouverte de travertin ferrugino-calcaire, produit du dépôt des eaux minérales. Une couche de terre végétale plus ou moins épaisse forme la surface, reposant soit sur le travertin, soit immédiatement sur l'argile plastique avec débris de roches. L'épaisseur de cette brèche argileuse varie entre 6 et 17 mètres, celle du travertin entre 0,5 et 16 mètres.

Les principales sources minérales de Jéliéznowodsk se divisent en deux sous-groupes: celui de l'ouest dont on n'exploite qu'une seule source chaude très abondante, № 1, et celui de l'est, composé de toute une série de sources ferrugineuses chaudes et froides, énumérées dans le tableau suivant. Entre ces deux sous-groupes s'étend, sur le flanc sud du mont Jéliéznaïa, une bande de terrain où on n'a pas découvert d'émergence d'eaux minérales. Cela fait supposer l'existence de deux centres indépendants de l'émanation de l'eau minérale, l'un pour le sous-groupe occidental, l'autre pour l'oriental. L'eau thermale ferrugineuse sort des fissures du trachyte qui constitue le noyau central du mont Jéliéznaïa.

Au sous-groupe de l'ouest, grâce à la faible épaisseur des dépôts sédimentaires recouvrant le trachyte, on est parvenu, à l'aide d'une galerie, à atteindre la fente qui fournit l'eau de la source № 1, captée en ce point.

Au sous-groupe de l'est, d'une structure géologique plus complexe, la fissure principale n'a pas encore été trouvée, bien que sa position ait été à peu près déterminée par des sondages. Dans ce sous-groupe, l'eau thermale, à sa sortie de la fente de trachyte, s'écoule en partie par de minces fissures traversant la marne tertiaire; mais la majeure partie va circuler dans la couche de brèche argileuse, s'élevant même çà et là jusqu'au travertin qui la recouvre. Suivant l'inclinaison naturelle de ces couches, l'eau minérale descend au pied du mont Jéliéznaïa

en se séparant, sous l'influence des conditions géologo-topographiques, en plusieurs filets souterrains. En même temps la thermalité de l'eau subit des variations: la température s'abaisse à mesure que l'eau minérale s'éloigne de la fente de trachyte. Il en résulte par là toute une série de sources minérales des températures les plus variées, à partir de 51° C (source № 4) jusqu'à 17° C (source Zawadovsky). Plus les sources se trouvent vers le haut de la pente, plus la température est élevée; plus l'issue en est vers la base de la pente, plus l'eau devient-elle froide.

Il est à remarquer que par suite des conditions géologiques favorables et, surtout, grâce à ce que la couche aquifère de la brèche argileuse est recouverte par une puissante assise de travertin, l'eau minérale, tout en se refroidissant beaucoup pendant son parcours à travers le premier de ces dépôts, ne subit pas de grands changements dans sa composition chimique; le travertin, préservant cette eau du contact avec l'air, fait qu'une combinaison aussi inconstante et aussi facilement oxydable que le carbonate de protoxyde de fer, se conserve dans l'eau minérale, malgré son parcours assez long dans la brèche argileuse. Cela explique la teneur considérable en $FeCO_3$ dans l'eau de la plupart des sources froides, teneur presque égale à celle des sources chaudes de la série supérieure.

Les sources du sous-groupe de l'est ne sont pas encore aménagées en règle; leurs eaux viennent au jour par des trous de sonde, percés en partie jusqu'à la marne tertiaire, en partie seulement jusqu'à la brèche argileuse aquifère. On se propose d'exécuter le captage des sources chaudes dans la roche émissaire, le trachyte quartzeux; mais il faudra diriger les travaux de manière à ne pas nuire au régime des sources froides qui sont des dérivés du courant souterrain de l'eau chaude.

Le tableau suivant contient les données concernant la température, le débit et la composition chimique des sources minérales de Jéliéznowodsk:

Groupe de J

	Sources du sous-groupe de l'ouest.	SOURCES		
	№ 1.	№ 4.	Smirnowsky (Griaznouchka).	Mourawiew chaude.
Température C.	44°,4	51°,0	43°,7	40°,0
Débit en litres par 24 heures	637630	73280	96600	30350
Eléments constituant en grammes par litre d'eau:				
Résidu fixe	2,64200	L'analyse détaillée manque.	2,65600	2,64800
Sulfate de potassium (K_2SO_4)	0,04268		0,04458	0,04447
„ sodium (Na_2SO_4)	1,07991		1,09405	1,11259
„ calcium ($CaSO_4$)	0,02992		0,02291	0,02215
Carbonate de sodium (Na_2CO_3)	0,31264		0,29442	0,25835
„ calcium ($CaCO_3$)	0,59697		0,61316	0,64000
„ magnium ($MgCO_3$)	0,00605		0,04067	0,03681
„ protoxyde de fer ($FeCO_3$)	0,00765	0,01031	0,00998	0,00832
Chlorure de lithium ($LiCl$)	0,00147		0,00158	0,00116
„ sodium ($NaCl$)	0,36061		0,37067	0,37694
„ magnium ($MgCl_2$)	0,16258		0,12343	0,12041
Bromure de sodium ($NaBr$)	traces		traces	traces
Iodure de natrium (NaJ)	traces		traces	traces
Oxyde d'aluminium (Al_2O_3)	0,00127		0,00124	0,00125
Silice (SiO_2)	0,03411		0,03216	0,03184
Acide carbonique (CO_2) en dissolution	0,39852		0,40708	0,41128
„ „ „ libre	0,83921		0,94667	0,98206

lieznowodsk.

DU SOUS-GROUPE DE L'EST.					
Marie.	Jean.	Bariatinsky.	Grand-Duc Michel.	Mourawiew froide.	Zawadovsky.
31°,9	28°,1	23°,1	20°,0	18°,0	16°,9
7590	—	27240	23600	11800	—
2,72400	2,45300	2,94000	2,54200	2,76200	L'analyse détaillée manque.
0,04826	0,04996	0,04819	0,05181	0,04277	
1,17958	1,08553	1,15634	0,89696	1,07370	
0,04759	0,02283	0,03711	0,03497	traces	
0,30144	0,21684	0,41296	0,44476	0,23448	
0,68252	0,62466	0,72545	0,71503	0,74161	
0,02161	0,03152	0,04684	0,02611	0,07868	
0,00902	0,00773	0,01129	0,01121	0,00829	0'00967
0,00144	traces	traces	0,00116	0,00143	
0,23192	0,26575	0,29609	0,16327	0,44402	
0,17410	0,13399	0,14014	0,16395	0,09411	
traces	traces	traces	traces	traces	
traces	traces	traces	traces	traces	
0,00142	0,00131	0,00516	0.00136	0,00163	
0,02641	0,02961	0,02813	0,03602	0,02848	
0,44017	0.38430	0,51943	0,51716	0,46803	
1,27567	0,75418	1.24211	1,30984	1,08492	

Essentouki.

Essentouki, stanitsa (campement) de cosaques, est situé entre Piatigorsk et Kislowodsk, à 15 verstes du premier et à 21 du second. L'endroit où se trouvent les eaux minérales fait partie de la stanitsa; il se trouve sur la rive gauche de la rivière Podkoumok et il est renommé pour ses sources froides alcalines et alcalines sulfureuses, découvertes en 1810 par le docteur Haas.

Toutes les sources d'Essentouki prennent jour dans une petite vallée ouverte du côté est, au thalweg de laquelle viennent se confondre les eaux acidules et les eaux douces, en formant la petite rivière Kisloucha qui a donné à la vallée son nom de Kisloucha. Les pentes hautes et rapides nord et nord-est de cette vallée, au pied desquelles émergent les sources № 4, № 6, № 17, № 18 et № 19, portent le nom de Chtchélotchnaïa-gora (Mont alcalin).

La base de la pente nord de la vallée Kisloucha est formée de marne éocène gris bleuâtre dont les couches plongent vers NE 22° sous un angle de 4 à 6°; ces couches sont coupées par un système de fissures presque verticales ayant également une direction moyenne vers NE 22°. L'épaisseur de la marne tertiaire atteint 75 mètres.

La marne tertiaire supporte une couche de poudingue diluvial, composé de galets remaniés de différente grandeur provenant de toutes les roches possibles, tant sédimentaires que cristallines, et cimentés par du carbonate de chaux. Dans les horizons supérieurs et inférieurs, çà et là dans toute l'assise, le conglomérat est dépourvu de ce ciment dur et ne présente qu'un amas friable de galets, faiblement liés par une argile sableuse. L'épaisseur du poudingue varie entre 1,7 et 3 mètres.

Le conglomérat est recouvert d'une assise d'argile diluviale calcaire, puissante d'environ 7,5 mètres, dans laquelle on rencontre souvent des nids et des strates intercalées de galets, de préférence de calcaire et de dolomie. La couche supérieure de l'argile, par son mélange avec les produits de la décomposition d'organismes végétaux, s'est changée jusqu'à une certaine profondeur en terre végétale.

La plaine basse qui s'étend vers le sud et l'est du Mont alcalin, est recouverte par les dépôts les plus récents des rivières Bougounta et Podkoumok. Dans les horizons supérieurs de ces dépôts il y a prédominance d'une argile gris jaunâtre, plus ou moins mêlée de galets de différentes roches. La couche inférieure qui repose sur la marne tertiaire, consiste principalement en gravier.

Le régime des eaux circulant dans l'intérieur du Mont alcalin est en liaison intime avec sa structure géologique. Les vastes travaux d'exploration, exécutés au groupe d'Essentouki dans les années 1870—80, ont démontré que les eaux alcalines émergent par des fissures exokinétiques de la marne. Ces eaux, pour ainsi dire originaires, sont assez riches en carbonate de protoxyde de fer, et sont entièrement dépourvues de sulfates. A ce type appartiennent les sources № 4, № 6 et № 18: l'eau en est tirée de la marne tertiaire elle-même par des trous

de sonde (source № 18), par des puits (source № 4) et par des canaux fermés peu profonds (source № 6).

Une partie de l'eau alcaline-ferrugineuse, sortant des fentes de la marne éocène, s'élève à la surface de celle-ci; puis, rencontrant ici une partie du poudingue diluvial perméable, elle l'imbibe et, obéissant à la loi de la pesanteur, s'écoule par la surface inclinée de la marne. Traversant le conglomérat, l'eau minérale subit avant tout certaines modifications chimiques, dues à la dissolution de quelques-uns des sels qui entrent dans la composition de cette roche; en même temps il se fait une altération des eaux par le contact de l'air circulant dans le poudingue; le carbonate ferreux des eaux est décomposé, le protoxyde de fer passe à un état supérieur d'oxydation et se précipite. Il faut encore ajouter à cela que l'eau alcaline rencontre dans le poudingue un second courant souterrain d'un tout autre type. L'eau de ce courant est l'eau phréatique proprement dite, pénétrant de la surface dans le conglomérat par suite de l'infiltration dans le sol des dépôts atmosphériques tombés sur la steppe qui s'étend au nord d'Essentouki. Cette eau, en circulant dans le conglomérat, y dissout de préférence les sulfates et les carbonates de calcium. De cette manière, près du contact du conglomérat avec la marne, il se produit un mélange des deux types d'eaux: l'alcaline et la sulfatée.

De leur action réciproque résultent les diverses réactions de la décomposition et il se produit une eau alcaline, mais avec teneur plus ou moins forte en sulfates et teneur, moindre que dans l'eau originaire des griffons, en carbonate de protoxyde de fer. A ce type appartiennent les eaux des sources № 17 et № 19.

L'eau minérale ne traverse pas le conglomérat en un seul courant, mais, grâce à la surface inégale de la marne sous-jacente et à une perméabilité plus ou moins grande du conglomérat, elle le parcourt en une série de petits filets. Si l'on croise ces filets par des galeries, celles-ci recueilleront les eaux minérales qui, captées de cette manière dans la roche originaire, peuvent être amenées au jour aux endroits où l'on veut l'avoir. C'est ainsi qu'à l'aide de galeries, percées au contact de la marne et du conglomérat, on a capté les sources № 17 et 19.

Les eaux alcalines, de même que les eaux sulfatées calciques du Mont-Alcalin, se réunissent dans le thalweg de la vallée où elles se mêlent aux eaux phréatiques venant de l'ouest et du sud. Dans les couches alluviales recouvrant le fond de la vallée se produisent, sous l'influence de matières organiques, des réactions qui ont pour effet l'apparition dans l'eau d'hydrogène sulfureux. Par suite de cela les puits, creusés dans la partie inférieure de la vallée Kisloucha, fournissent une eau alcaline sulfureuse d'un usage balnéo-thérapeutique. Un de ces puits, creusé dans l'alluvion à une profondeur de 10 mètres jusqu'à la marne tertiaire, porte le nom de source du docteur Haas.

Le tableau suivant donne les détails concernant la température, le débit et la composition chimique des principales sources minérales d'Essentouki:

Sources miné

	№ 17.
Température Celsius	11°
Débit en litres par 24 heures	1574
Eléments constituants en grammes par litre:	
Résidu fixe	8,80810
Carbonate de sodium (Na_2CO_3)	4,38319
„ potassium (K_2CO_3)	—
„ calcium ($CaCO_3$)	0,32148
„ magnium ($MgCO_3$)	0,26588
„ protoxyde de fer ($FeCO_3$)	0,00460
„ barium ($BaCO_3$)	—
„ strontium ($SrCO_3$)	—
Sulfate de sodium (Na_2SO_4)	0,33812
„ potassium (K_2SO_4)	—
„ calcium ($CaSO_4$)	—
„ barium ($BaSO_4$)	0,00223
„ strontium ($SrSO_4$)	0,00335
Chlorure de potassium (KCl)	0,02752
„ lithium ($LiCl$)	0,01302
„ sodium ($NaCl$)	3,33204
„ magnium ($MgCl_2$)	0,09005
Bromure de sodium ($NaBr$)	0,00589
Iodure de sodium (NaJ)	0,00054
Oxyde d'aluminium (Al_2O_3)	0,00303
Silice (SiO_2)	0,01893
Sulfure de potassium (K_2S)	—
Acide carbonique (CO_2) en dissolution	2,09896
„ „ „ libre	1,00797
Hydrogène sulfureux (H_2S) libre	—

es d'Essenfouki.

№ 19.	№ 18.	№ 4.	№ 6.	Alcaline-sulfureuse de Haas.
10°	11°,2	10°	12°	7°,8
1018	1700	439	197	307000
5,73500	9,36400	6,51200	6,76200	3,64800
2,44200	4,78160	3,20672	3,58537	0,49086
—	0,02912	—	—	—
0,14743	0,37680	0,41823	0,36471	0,69407
0,18923	0,01911	0,11886	0,12003	0,00340
0,00351	0,01748	0,00870	0,00701	—
—	0,00203	—	—	—
—	0,00268	—	—	—
0,85762	—	—	traces	1,51077
—	—	—	—	0,02951
0,04521	—	—	—	0,05182
traces	—	—	—	0,00215
traces	—	—	—	traces
0,02044	—	0,03403	0,04730	—
traces	0,01597	0.01070	—	—
1,95390	3,82268	2,57426	2,44808	0,76664
0,05845	0,09060	0,12132	0,15791	—
0,00362	0,00627	0,00641	0,01008	0,00395
0,00041	0,00065	0,00057	0,00061	0,00019
0,00419	0,00329	traces	traces	0,00489
0,01676	0,01402	0,02211	0,02120	0,00612
—	—	—	—	0,00554
1,17898	2,27694	1,58163	1,92712	0,51092
0,20618	1,80024	1,10364	0,65588	traces
—	—	—	—	0,00720

Kislowodsk.

Le groupe de Kislowodsk n'est remarquable que par une seule source, appelée Narzan. Cette source célèbre était connue par les Russes au commencement du XVIII siècle. Elle est déjà mentionnée par Schober, le médecin de Pierre le Grand, dans son aperçu sur les eaux minérales de Terek (1717). La première description détaillée de la source est due à Pallas qui a visité Kislowodsk en 1792.

Le Narzan appartient à la catégorie des sources faiblement minéralisées, mais fortement saturées du gaz acide carbonique et se distingue des sources médicales de ce genre de l'Europe occidentale par son immense débit, s'élevant à 2,460,000 litres par jour. Il fournit une excellente eau potable, semblable à celle des sources Appolinaris, Gieshübl-Puchstein etc. L'eau du Narzan sert aussi dans la préparation des bains dont le gaz acide carbonique est le principal thérapeutique.

Les travaux de captage, exécutés en 1894, ont démontré que le Narzan provient d'une fissure exokinétique dans le calcaire dolomisé de l'étage néocomien, à une profondeur de 6,40 mètres sous la surface du sol. La fissure se dirige à peu près dans le sens du méridien. A la sortie de la source sa largeur est d'environ 0,5 m., mais vers le bas elle va se rétrécissant. Outre le griffon principal au fond du puits, six autres, plus petits, sortent de fentes plus ou moins parallèles à la principale. Ces filets, qui ne semblent être qne des ramifications du courant principal, ne fournissent d'ailleurs qu'une quantité insignifiante d'eau acidule, montant tout au plus à 1000 litres par jour. Le tout, griffons principal et secondaires, est recueilli dans un puits rond dont la maçonnerie repose sur le calcaire néocomien et le coupe même en partie. Le diamètre du puits est de 4,25 mètres.

Le puits traverse 4,2 m. de dépôts d'alluvion, alternance de gravier et de limon fluviatile, et environ 2,2 m. d'argile schisteuse noire appartenant à l'étage néocomien et reposant sur le calcaire dolomisé dont les fractures donnent issue à l'eau minérale. La surface du calcaire au fond du puits est fortement inclinée vers NNE.

Par suite du dégagement énergique de l'acide carbonique libre, l'eau du puits y est toujours en mouvement. Les évaluations ont démontré qu'à la surface de l'eau du Narzan il se dégage par jour non moins de 100 m. c. de gaz acide carbonique. Une partie de ce gaz contenue dans l'eau est recueillie au moyen d'un appareil spécial et s'emploie pour saturer les eaux du Narzan destinées à l'exportation et aux besoins balnéologiques.

D'après l'hypothèse de plusieurs explorateurs de Kislowodsk, le Narzan s'écoulait autrefois un peu plus au sud de son issue actuelle et à un horizon plus élevé. A l'appui de leur opinion ils avancent comme preuve le dépôt de travertin formant la petite élévation sur laquelle est bâtie le restaurant qui se trouve dans le parc.

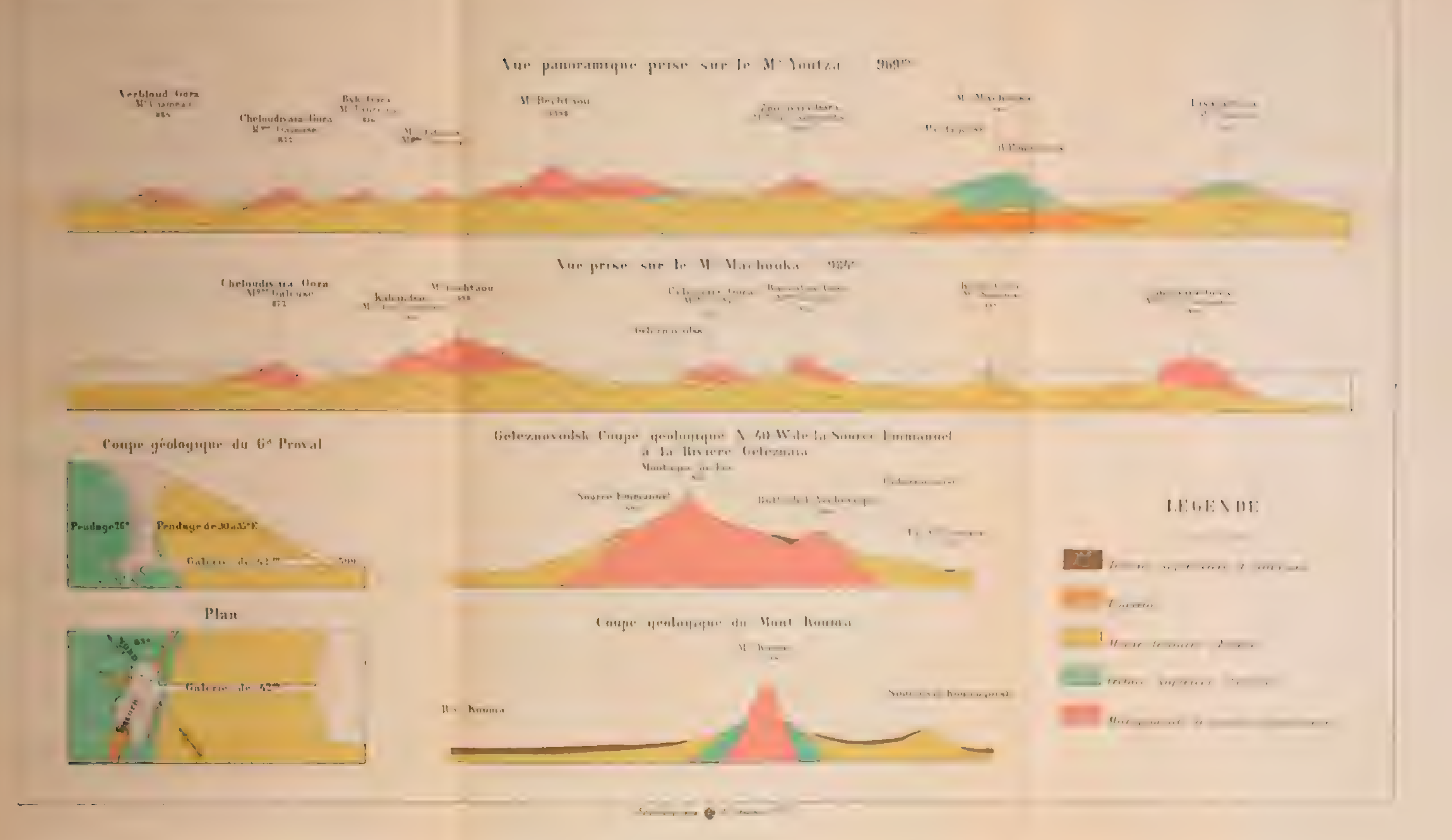
Voici les résultats de l'analyse chimique des eaux du Narzan, exécutée en 1895 par le professeur Zaleski:

Température de la source 12°,8 C.

Éléments constituants en grammes par litre:

Résidu fixe	1,78260
Sulfate de potassium (K_2SO_4)	0,03348
„ „ sodium (Na_2SO_4)	0,43746
„ „ barium ($BaSO_4$)	0,00003
„ „ strontium ($SrSO_4$)	0,01432
„ „ calcium ($CaSO_4$)	0,05591
„ „ magnium ($MgSO_4$)	0,06353
Iodure de magnium (MgJ_2)	0,000007
Chlorure de magnium ($MgCl_2$)	0,17232
Carbonate de calcium ($CaCO_3$)	0,85211
„ „ magnium ($MgCO_3$)	0,09901
„ „ protoxyde de fer ($FeCO_3$). . .	0,00379
„ „ mangan ($MnCO_3$)	0,00034
Phosphate de calcium [$Ca_3(PO_4)_2$]	0,00159
Silice (SiO_2)	0,00926
Oxyde d'aluminium (Al_2O_3)	0,00033
Acide carbonique (CO_2) en dissolution . . .	0,42814
„ „ libre	2,01098
Somme . .	4,18261

Acide carbonique libre en centimètres cubes (à 0° et 760 mm.) 1017,04


Vue panoramique prise sur le Mt Youtza 969m
Verbloud Gora
Cheloudivaia Gora
Byk Gora
M. Bechtaou
Vue prise sur le M. Machouka
Coupe géologique du 6e Proval
Pendage 26°
Pendage de 30 à 35° E
Plan
Coupe géologique du Mont Kouma
Riv. Kouma
LEGENDE

XVIII

DE WLADIKAVKAZ

aux gisements de naphte de Grosny.

PAR

A. KONCHIN.

Itinéraire: Wladikavkaz. Vallée de la rivière Térek. Vallée de la rivière Sounja. Arête Sounja. Gisement de naphte de Karoboulakh. Sources minérales Sliéptsovskia. Grosny.

La ville de Wladikavkaz est située sur un plateau au pied de l'arête principale du Caucase dont les premiers contreforts, connus sous le nom de Tchornya gory (Montagnes Noires) sont percés par la Térek à 8 verstes au sud de Wladikavkaz. Les montagnes noires sont constituées par des dépôts crétacés, recouverts de sédiments tertiaires.

La vallée de la rivière Térek, de même que celle de son affluent droit, la Sounja, consistent en dépôts glaciaires composés de galets provenant tant de roches sédimentaires (grès et calcaires) que de roches éruptives (trachytes). Les blocaux et galets sont souvent cimentés en conglomérats compacts. On les voit dans les tranchées du chemin de fer et ils recouvrent de larges étendues de dépôts tertiaires du néogène et du paléogène cerclant la chaîne du Caucase au nord.

Le soulèvement latitudinal de l'arête principale du Caucase, et le refoulement latéral de l'ensemble des dépôts tertiaires, ont eu pour effet la formation de deux plis longitudinaux dont les anticlinales forment les crêtes Sounjensky et Tersky que la ligne magistrale du chemin de fer traverse en croix près de Wladikavkaz. Les synclinales de ces plis forment deux vallées longitudinales: l'une, la Sounjenskaïa, entre l'arête Sounjensky et les Montagnes Noires que traverse l'embranchement du chemin de fer de Pétrovsk; l'autre, parallèle, l'Alkhan-tchourtovskaïa, entre les arêtes Sounjensky et Tersky.

A l'extrémité orientale de la seconde vallée se trouve le terrain naphtifère de Grosny, connu par sa richesse en pétrole.

En parcourant le trajet de Wladikavkaz à Grosny, on voit se dresser, à gauche de la voie ferrée, les sommets culminants de l'arête Sounjensky, le Zamankoukh et le Babalo, le premier à 2031, le second à 2689 pieds au-dessus du niveau de la mer, tous les deux formés de dépôts paléogènes redressés en anticlinale. Vers l'est l'arête s'abaisse graduellement. La base est constituée en partie par des dépôts néogènes argilo-sableux à *Cardium obsoletum* Eichw., *Tapes gregaria* Partsch., *Cerithium bicostatum* Eichw., en partie, à proximité de l'axe anticlinale. par des dépôts néogènes consistant en marnes brunes finement stratifiées, superposées à un étage très puissant de grès quartzeux friables bruns. Ce sont ces grès qui se distinguent par le suintement de naphte, des émanations d'hydrocarbones et la présence de sources d'eaux minérales chaudes, de préférence sulfureuses. Les points de sortie les plus intéressants de naphte et de gaz dans l'arête Sounjensky s'observent à Karaboulakha; un groupe remarquable de sources minérales sulfureuses chaudes se trouve à Slieptsovka.

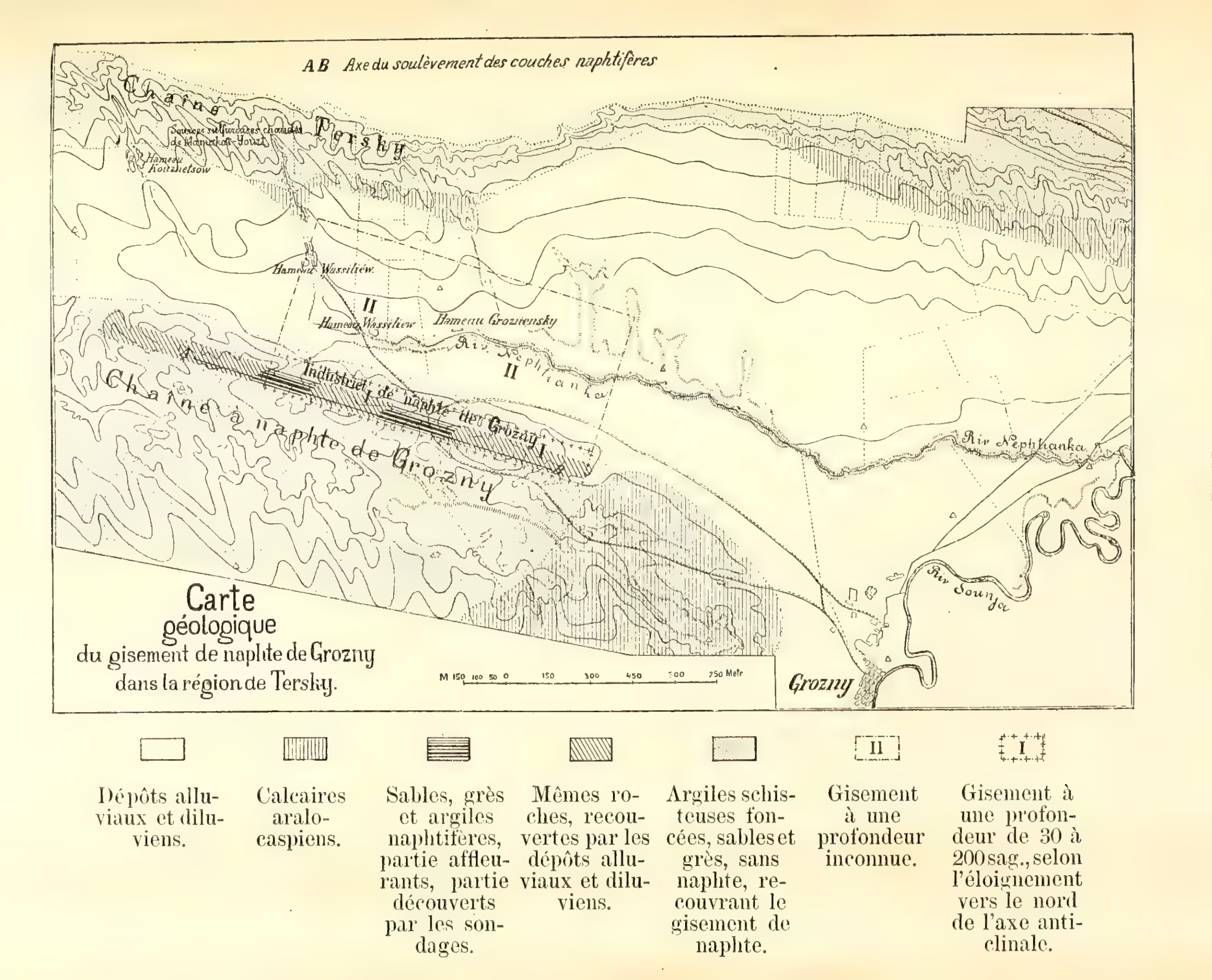
Ces deux groupes sont situés à une distance de 3 verstes de la voie ferrée, au pied méridional de l'arête Sounjensky dont l'anticlinale, qui ne coïncide pas avec l'axe orographique de la chaîne, se fait remarquer par des affleurements, sous forme de dykes, de grès quartzeux bruns. Le point extrême oriental de l'arête, le mont Dachkala, près de la ville de Grosny, n'a que 921 pieds d'altitude absolue; il est formé de l'étage le plus moderne des stratifications tertiaires, notamment de calcaires coquilliers de l'âge aralo-caspien.

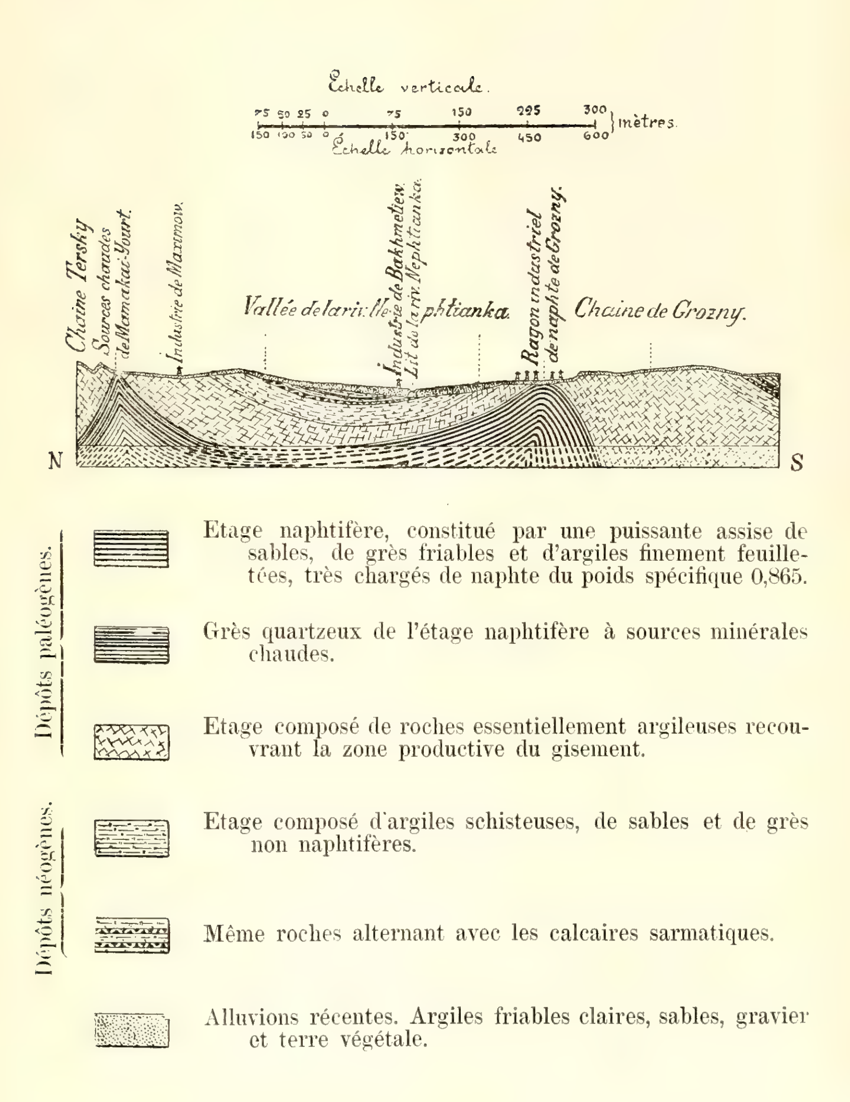
Le chemin de fer longe la rive gauche de la Sounja qu'il franchit près de Grosny. Du côté droit de la vallée se dressent les contre-forts avancés de la chaîne principale, les Montagnes Noires, formées de dépôts paléogènes recouvrant en corcordance des sédiments crétacés. Ces montagnes sont recoupées par les profondes gorges des affluents droits de la Sounja. Au fond des gorges on observe aussi des suintements de naphte, mais bien plus faibles que dans l'arête Sounjensky.

Itinéraire: Arête Nephtianaïa (de naphte) de Grosny. Fontaines de naphte. Sources de naphte et eaux minérales de Mamakaïew. Vallée de la rivière Nephtianka. Arête Tersky.

La vallée naphtifère de Grosny est l'extrémité orientale de la synclinale longitudinale tertiaire Alkhan-tchourtovskaïa. Un second soulèvement du fond de la vallée, entre les arêtes Sounjensky et Tersky, y a produit un pli anticlinal intermédiaire de peu de longueur, qui forme au milieu de la vallée une arête peu élevée, dite Grosnensky.

La route conduisant de Grosny aux sources de naphte longe le pied nord de l'arête Grosnensky, c'est-à-dire le côté où les couches montrent une courbure anticlinale très redressée dont la direction ne


AB Axe du soulèvement des couches naphtifères
Chaîne Tersky
Sources sulfureuses chaudes de Mamakai-Yourt
Hameau Kouznetsow
Hameau Wassiliew.
II
Hameau Wassiliew
Hameau Grozniensky
Riv. Nephtianka
II
Industrie de naphte de Grozny
I
Chaîne à naphte de Grozny
Riv. Nephtianka
Riv. Sounja
Grozny
Carte géologique du gisement de naphte de Grozny dans la région de Tersky.
M 150 100 50 0 150 300 450 600 750 Metr
Dépôts alluviaux et diluviens.
Calcaires aralo-caspiens.
Sables, grès et argiles naphtifères, partie affleurants, partie découverts par les sondages.
Mêmes roches, recouvertes par les dépôts alluviaux et diluviens.
Argiles schisteuses foncées, sables et grès, sans naphte, recouvrant le gisement de naphte.
II
Gisement à une profondeur inconnue.
I
Gisement à une profondeur de 30 à 200 sag., selon l'éloignement vers le nord de l'axe anticlinale.



Coupe schématique transversale du gisement de naphte de Grosny.

coïncide pas avec l'axe orographique. Les deux ailes de l'anticlinale sont fortement inclinées vers le S et le N, alors que son axe s'abaisse doucement de l'W à l'E. A l'entrée dans le terrain de l'exploitation, les affleurements permettent de voir les couches verticales et même renversées du flanc nord de l'anticlinale.

Les points où la naphte est exploitée sont situés dans deux profonds ravins traversant le pli de l'arête Grosnensky. Les couches naphtifères du ravin occidental, mises à jour, consistent en argiles schisteuses brunes. Cependant le gisement principal de la naphte est plus bas, dans de puissants dépôts de grès quartzeux friables et poreux. alternant avec des marnes finement schisteuses d'un brun foncé à structure lamellaire. La puissance de cette assise atteint 200 sagènes; son âge est celui du paléogène. Les couches naphtifères productives sont recouvertes d'une centaine de sagènes de roches argilo-arénacées stériles. du même âge. En plusieurs endroits de l'anticlinale l'érosion a enlevé ce toit, de sorte que les sources de naphte apparaissent au jour.

La fontaine № 7, exploitation d'Akhwerdow, peut à lui seul donner une idée de la richesse en naphte du gisement Grosnensky: cette fontaine qui jaillit depuis plus de $1^1/_2$ an, d'une profondeur de 65 sagènes, a déjà rejeté plus de 40,000,000 de pouds de naphte.

A 3 verstes de là, à l'ouest, au fond et aux pentes de deux ravins dits Mamakaïevskié, analogues aux ravins de l'arête Grosnensky, il y a plusieurs issues naturelles de naphte et de gaz naphteux, accompagnées de sources d'eaux sulfureuses chaudes. Sur les berges de ces ravins affleurent les mêmes grès quartzeux friables auxquels la naphte a donné une couleur brune et qui, dans les ravins Grosnensky, sont cachés sous les marnes. Les grès alternent avec des argiles et le tout est refoulé en pli anticlinal.

La vallée de la rivière Nephtianka, fond d'un simple pli anticlinal. est formée des mêmes roches naphtifères de l'âge paléogène, recouvertes d'un puissant étage néogène, composé principalement d'argiles finement stratifiées grises ou brunes, avec rares couches intercalées de grès et de sables. Cet étage supporte à son tour une épaisse couche de dépôts alluviaux, limon jaunâtre, gravier et sable fluviatile.

L'arête Tersky est constituée par les mêmes roches paléogènes que l'arête Sounjensky. Son altitude moyenne est d'environ 2000 pieds. La courbure anticlinale des couches à flancs très inclinés ne coïncide pas avec l'axe orographique, allant tantôt à droite de l'arête, tantôt à gauche. Sur l'axe de la rupture anticlinale des couches il s'est produit un déplacement qui a donné naissance à de profondes fissures exokinétiques, par lesquelles s'écoulent des eaux minérales chaudes: les sources Mamakaï-yourtovskia au versant sud de l'arête, les sources Goriatchéwodskia, très abondantes et d'une température très élevée, au versant nord. Les eaux sourdent d'un grès quartzeux compact. Les gaz émanant de l'eau minérale se condensent en gouttes de naphte blanche.

XIX

EXCURSION GÉOLOGIQUE

AUX ENVIRONS DE KISLOWODSK

et

de Kislowodsk à l'Elbrous

PAR

N. KARAKASCH et K. ROUGUÉWITCH.

Principale littérature régionale.

1799. Pallas. Voyages entrepris dans les gouvernements méridionaux de l'empire de Russie dans les années 1793—94. Leipzig.

1830. Kupffer. Voyage dans les environs du mont Elbrous, rapport fait à l'Acad. des Sc. de St. Pétersbourg.

1839—43. Dubois de Montpéreux. Voyage autour du Caucase, chez les Tcherkesses etc. Paris.

1853. Abich. Erläuterungen zu einem Profile durch den nördlichen Abhang des Kaukasus vom Elbruz bis zum Beschtau. Zeitschr. für allgemeine Erdkunde.

1858. Abich. Vergleichende Grundzüge der Geologie des Kaukasus wie der armenischen und nordpersischen Gebirge. Prodromus einer Geologie der Kaukasischen Länder. St. Petersburg.

1865. Abich. Beiträge zur geologischen Kenntniss der Thermalquellen in den kaukasischen Ländern. Tiflis.

1870. Abich. Bemerkungen über die Geröll- und Trümmerablagerungen in den kaukasischen Ländern. Mélanges, Bul. de l'Ac. des Sc. de St. Pétersbourg. T. VIII.

1874. Abich. Geologische Beobachtungen auf Reisen im Kaukasus im Jahre 1873. Bul. de la Soc. des Natur. de Moscou.

1875. E. Favre. Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase. Genève—Bâle—Lyon.

1876. Simonowitch, Batzéwitch et Sorokin. Description géologique de la région de Piatigorsk. Matériaux pour la géologie du Caucase. Tiflis. (en russe).

1884. L. Dru. Note sur la géologie et l'hydrologie du Bechtaou (Caucase). Bul. de la Soc. géol. de France, 3-me Série. T. XII.

1885. Mouschkétoff. Remarques sur les eaux minérales du Caucase. Soc. Imp. de minéral. de St. Pétersbourg. T. XXII. (en russe).

1893. Neumayr und Uhlig. Ueber die von H. Abich im Kaukasus gesammelten Jurafossilien. Denkschr. d. K. Akad. d. Wissenschaft Mathem. Naturw. Cl. Bd. 53. Wien.

1896. N. Karakasch. Observations géologiques dans les vallées des fleuves Ouroukh, Ardon, Malka, et dans les environs de Kislowodsk. Trav. de la Soc. des Natural. de St. Pétersbourg. Vol. XXIV.

1897. N. Karakasch. Dépôts crétacés du versant septentrional de la chaîne principale du Caucase et leur faune. St. Pétersbourg.

Cartes géologiques.

1832—35. Dubois de Montpéreux. Carte générale géologique des systèmes caucasien et taurique.

1839—43. Dubois de Montpéreux. Voyage autour du Caucase, chez les Tcherkesses et les Abhases en Colchide, en Géorgie, en Arménie et en Crimée. Atlas. Paris.

1843—45. Hommaire-de-Hell. Les steppes de la mer Caspienne, le Caucase, la Crimée et la Russie méridionale. Atlas. Paris.

1856. Murchison. Carte géologique de l'Europe.

1857. Dumont. Carte géologique de l'Europe.

1875. E. Favre. Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase. Genève-Bâle-Lyon. 1:565,000.

1876. Simonowitsch, Batzéwitch et Sorokin. Carte géologique de la région de Piatigorsk. Mat. p. la géol. du Caucase. Atlas. Tiflis. 1:210,000.

Cartes topographiques.

Cartes de l'Etat-Major aux échelles de:
1:210,000 (5 verstes par pouce).
1:420,000 (10 verstes par pouce).

De Piatigorsk à Kislowodsk la route longe la rivière Podkoumok. Après Essentouki elle entre dans une gorge formée de dépôts tertiaires, marnes argileuses schisteuses gris jaunâtre, à écailles de *Meletta*.

PIATIGORSK

CARTE GÉOLOGIQUE

des environs de Piatigorsk, de Kislowodsk et du Mt Elbrous

par

V. Karakasch

Légende

a	
T	
Cr_2	
Cr_1	
J_2	
J_1	
Gr	

Plus au sud, les dépôts tertiaires sont remplacés par des marnes blanches et un calcaire marneux contenant d'abondants débris d'*Inoceramus*, et encore plus loin, au-delà du pont de pierre, viennent se montrer les grès marneux glauconieux qui les supportent. Ces grès constituent les hautes pentes escarpées de la vallée, étroite en ce point, où est situé Kislowodsk. Les environs de Kislowodsk présentent de belles coupes de la série des couches du système crétacé, coupes qui sont ici plus complètes qu'ailleurs au flanc nord du Caucase.

Avant de faire la description des coupes les plus intéressantes, nous dirons quelques mots de l'orographie de la région.

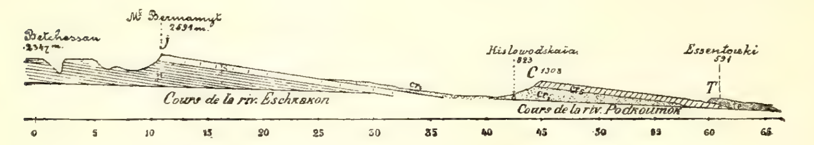
Vers l'est de l'Adaï-Khokh (4,656 m.), le flanc nord du Caucase est formé, on le sait, par des contreforts qui s'éloignent de l'arête principale sous l'aspect de trois terrasses parallèles s'abaissant graduellement. Ces avant-monts se dirigent à peu près dans la même direction que la chaîne principale qu'ils dépassent en hauteur sur plusieurs points. Les terrasses présentent une inclinaison monoclinale, caractéristique ici pour les avant-monts, vers le NNE; leurs pentes escarpées, tournées vers le SSW, c'est-à-dire du côté de l'arête principale, se dirigent du NW au SE jusqu'aux montagnes du Daghestan, et plusieurs de leurs sommets (Kion-Khokh = 3,423 m., Kariou-Khokh = 4,303 m.) atteignent la ligne des neiges. Le plus long de ces contreforts s'élève entre les rivières Kouban et Malka et forme, sous le nom de Tachly-syrt, le commencement du partage des eaux s'écoulant dans les mers Noire et Caspienne. La ligne de partage qui s'étend sur une distance de 300 verstes à partir du Tchichgour-Akhtchat (3,467 m.), la cime la plus élevée du Tachly-syrt, relie orographiquement la chaîne du Caucase aux hauteurs plates, situées au nord, de Tiomnolesk et de Stavropol.

Le Tachly-syrt est coupé par de profondes gorges, entre lesquelles s'alignent d'étroites arêtes à parois abruptes, tournées vers l'Elbrous (18,525′ = 5,646 m.), doucement inclinées vers le nord.

Entre le Tachly-syrt et Piatigorsk, le contrefort, mentionné plus haut, de l'arête principale forme plusieurs grands plateaux dont le plus proche de l'Elbrous, appelé par Abich plateau de Betchessan (coupe page 4), s'incline vers le sud sous un angle de 6° tout au plus. Sur une étendue de 20 kilomètres on n'y voit aucune élévation dépassant 200 pieds de hauteur. Ce plateau qui est lui-même situé à 7,700 p. = 2,347 m. au-dessus du niveau de la mer, se termine au nord par la pente abrupte de la première rangée de montagnes s'étendant du NW au SE, et forme la première et la plus élevée des terrasses. La crête de cette première rangée de montagnes est constituée par des calcaires dolomitiques du jura supérieur. Nous donnons à cette saillie le nom de saillie de Bermamyt et nous la désignerons sur la coupe par la lettre J.

Dũ Bermamyt la terrasse s'abaisse graduellement vers le nord et arrive, recouverte par des dépôts du crétacé inférieur, près de Kislo-

wodsk, au pied de la saillie escarpée de l'avant-chaîne suivante. Cette seconde saillie, que nous appelons saillie de Kislowodsk, est formée de calcaires du crétacé inférieur; nous la marquons par la lettre C.



Coupe géologique NE—SW du mont Bermamyt à l'Essentouki.

La pente nord doucement inclinée de la 3-me terrasse est recouverte, dans la partie septentrionale, par des dépôts tertiaires formant une troisième rangée de montagnes, moins élevées, qui s'abaisse doucement vers le nord et se confond peu à peu avec la plaine du Caucase du nord. Cette rangée, que nous nommons rangée de Piatigorsk, est désignée sur la coupe par la lettre *T*.

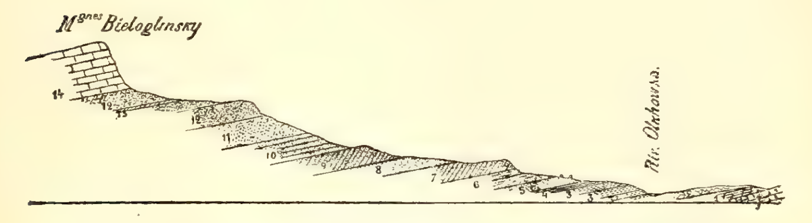
Toutes les couches des terrasses offrent une disposition régulière, peu inclinée, qui n'a été dérangée par aucune dislocation. Néanmoins, un groupe de dômes isolés s'élève au milieu de la contrée plate, sur la lisière de la dernière terrasse et le commencement de la vaste plaine caucasienne. Ce sont le Machouk, le Bechtaou (Cinq-Montagnes), le Zméïnaïa (Mont des serpents), le Koum-gora, le Werblioud (Mont Chameau), le Byk (Mont Taureau), etc. Abich considère ces montagnes comme formées par deux soulèvements radiaux dont l'un se serait dirigé au NW, l'autre au NE. Le premier mouvement aurait soulevé le Bechtaou et le Koum, le second toutes les autres montagnes. La même poussée aurait aussi produit, d'après Abich, les fentes qui donnent aujourd'hui passage aux eaux minérales.

La première des terrasses, celle de Bermamyt, est baignée au sud par la rivière Malka, et coupée par des gorges et des ravins. Plus au nord, elle est successivement traversée par la Kitchmalka, l'Alikonovka, la Bériozowaïa et l'Olkhovka. Le confluent de ces deux dernières rivières forme la vallée de la Narzan. Sur la rive gauche de la Podkoumok, qui coule à l'extrémité nord de la terrasse, s'élèvent les „hauteurs Dariinsky", continuation des montagnes de Kislowodsk. Sur la rive droite l'escarpement se prolonge, sous le nom d'arête Djinal (le sommet le plus élevé, le mont Djinal, atteint 1,391 m.), vers le nord-est, jusqu'à la rivière Malka.

La pente de l'arête et tout l'escarpement de Kislowodsk sont recoupés par de nombreux ravins et présentent de belles coupes des dépôts crétacés.

Je me bornerai à la description de deux de ces coupes. La première, *C—D*, descend à partir du haut de l'escarpement de Kislowodsk (Ravin Chirokaïa et Gloukhaïa), c'est-à-dire du nord-est de Kislowodsk, vers le sud-ouest, jusqu'à la vallée de la rivière Olkhovka.

La seconde, *A—B*, va de la partie sud-est de l'arête Djinal, par la montagne Lyssaïa, vers la vallée de la Malka, au sud-ouest (Carte géol. exc. XIX).



Coupe géologique NE — SW. (Ravins Gloukhaïa et Chirokaïa).

Si l'on se dirige, par le ravin Gloukhaïa, de Kislowodsk vers le nord-est, on observe, à droite du ruisseau qui le parcourt, près de la Slobodka (faubourg de Kislowodsk), un affleurement de grès marneux schisteux, composé, dans l'ordre ascendant, par les couches suivantes diversement colorées:

1) Grès argilo-marneux schisteux d'un gris d'acier, abondant en paillettes de mica.
2) Grès argileux friables, quelque peu calcarifères, de couleur jaune.
3) Grès calcarifères oolithiques à grain fin.
4) Grès oolithiques gris rougeâtre.

Toutes ces couches se rapportent à la section inférieure du système crétacé, c'est-à-dire au néocomien, et, comme nous le verrons dans la coupe du ravin Olkhovka, contiennent une faune équivalente à celle du hauterivien.

5) Grès rouge à *Belemnites semicanaliculatus* Bl. et *Toxoceras Emerici* d'Orb. Ce grès, qui se rapporte à l'aptien, est très friable et se désagrège facilement. Ce grès affecte souvent la forme de colonnes fantasques ou de grandes massues, ce qui lui a fait donner dans le pays le nom d'„idoles chinoises".
6) Grès marneux gris, riche en lamelles de mica et grains de glauconie, dépourvu de fossiles, contient de fréquentes concrétions rondes. Dans sa partie supérieure il passe à un
7) Grès stratifié, plus compact.
8) Grès marneux glauconieux gris jaunâtre, s'avançant en saillie.
9) Couche contenant en profusion de grandes *Cyprina angulata* Desh., *Gervillia extenuata* Eichw. et de nombreux petits gastéropodes.
10) Couches de grès plus foncés à *Belemnites semicanaliculatus* Bl:, *Acanthoceras Martini* d'Orb., *Ac. cf. crassicostatum* d'Orb., *Acanth. Milleti* d'Orb., *Hoplites Deshayesi* Leym., *Phylloceras Velledae* Mich., *Trigonia alaeformis* Park., *Gervillia extenuata* Eichw.

11) Au-dessus de cette saillie se montrent de nouveau des grès marneux glauconieux, abondant en petites formes de *Aporrhais Orbignyana* Pict., à côté de *Thetis*, *Trigonia* et *Gervillia*.
12) Grès friables jaunâtres.
13) Grès compacts gris foncé, contenant moins de glauconie, mais abondant en paillettes de mica. Ces grès sont interstratifiés de
Couches ferrugineuses plus compactes.
14) Tout ce puissant horizon de grès, formé de couches de l'étage aptien et en partie de l'albien, est surmonté par des couches de calcaire marneux blanc du sénonien à *Inoceramus Cripsii* et *I. Cuvieri*, couches qui couronnent ici les dépôts crétacés.

Les couches de l'étage néocomien se montrent d'une façon plus nette le long de la rivière Olkhovka. Là, elles se composent de marnes sableuses schisteuses friables d'un gris foncé à *Nautilus pseudo-elegans* d'Orb., *Crioceras Duvalii*, *Terebratula sella* Sow., *Waldheimia tamarindus* Sow., *Ostrea Couloni*, *Trigonia carinata* Ag., *Trigonia caudata* Ag., *Cyprina Deshayesi* Lor. etc.

Ces marnes, superposées à des calcaires dolomitiques de l'étage titonien, supportent des calcaires ferrugineux, surmontés à leur tour par des calcaires oolithiques, pierres de construction de Kislowodsk. La série des couches qui viennent par dessus est la même que celle que nous avons vue dans le ravin Gloukhaïa.

La meilleure coupe géologique des dépôts crétacés est incontestablement celle qui s'observe dans la montagne Lyssaïa, le prolongement sud-est de l'arête Djinal. Aucun point du flanc nord du Caucase ne présente de série plus complète de dépôts crétacés que celui-ci. On y voit de haut en bas:

1) Couches d'un calcaire marneux compact blanc, s'avançant (de même que les deux calcaires suivants) en corniche, comme d'ailleurs sur toute l'étendue de l'arête Djinal.
2) Calcaire marneux compact de couleur rougeâtre.
3) Calcaire blancs, contenant la forme sénonienne *Inoceramus Cripsii* Mant.
4) Grès marneux schisteux glauconieux, d'un gris verdâtre.
5) Grès marneux de couleur plus foncée à petites lamelles de mica.
6) Calcaires marneux gris clair, çà et là gris bleuâtre, stratifiés, fissurés, contenant des fossiles cénomaniens dont les plus fréquents sont: *Acanthoceras Mantelli* Sow., *Ac. Couloni* d'Orb., *Ac. Rhotomagense* Defr., *Scaphites aequalis* Sow.

Ces dépôts cénomaniens ne se rencontrent qu'ici. Ils semblent s'étirer, après une petite distance, entre Kislowodsk et le village Kar-

mowa et n'ont jusqu'ici nulle part été retrouvés sur le flanc nord du Caucase.

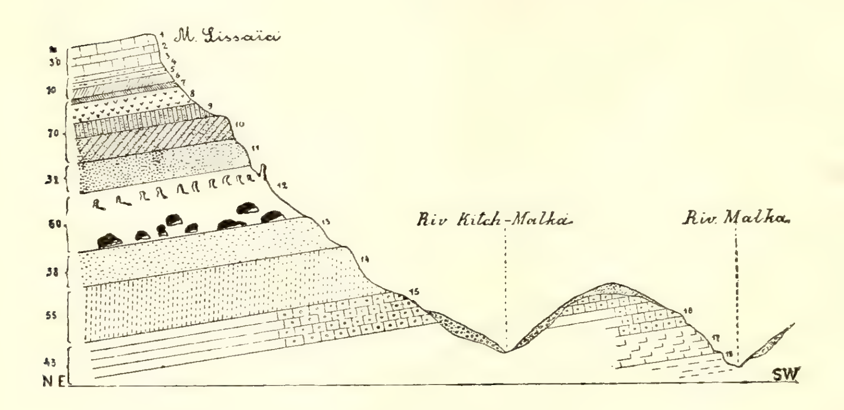
Bien que les grès marneux (4 et 5), superposés aux calcaires cénomaniens (6), ne renferment point de fossiles, leur disposition stratigraphique entre les couches sénoniennes et cénomaniennes semble indiquer leur correspondance aux dépôts de l'étage turonien.

7) Marnes argileuses schisteuses noires de l'étage albien à *Belemnites minimus* List., moules et empreintes de *Schloenbachia inflata* Sow., *Inoceramus* sp., *Plicatula* sp., et concrétions de pyrite.
8) Grès friable gris jaunâtre.
9) Grès plus compact dont les grains de quartz et de glauconie sont cimentés par une matière argilo-calcaire.
10) Grès gris jaunâtre, semblable au № 8, mais mélangé d'argile, de grains de glauconie et de paillettes de mica blanc. Forme la paroi abrupte de la seconde saillie de la pente.
11) La petite saillie suivante ce compose de grès glauconieux marneux gris à *Thetis minor* Sow. Dans le horizon supérieur on trouve en abondance *Thetis minor* Sow., *Cyprina Bernensis* Leym., *Gervillia extenuata* Eichw., *Trigonia alaeformis* Park.
12) Grès friable jaunâtre à grosses concrétions rondes. A cet horizon on rencontre des grottes et des cavernes.
13) Marne sableuse grise, avec grains de glauconie, abondant en *Thetis*, *Gervillia* etc. Cette marne forme la saillie suivante de la pente, haute de 30 m. environ. Même aspect et faune qu'à l'horizon 11.
14) Le gradin suivant est formé par des grès marneux friables d'un jaune rougeâtre. Les grès recouvrent les couches d'un calcaire oolithique (15) qui compose la dernière saillie de la pente.

Toute la puissante assise des grès marneux (8—13) se rapporte à l'étage aptien, tandis que le calcaire oolithique représente l'horizon supérieur du néocomien. Les horizons inférieurs du néocomien, cachés ici sous l'assise alluviale, s'observent dans les rives de la Malka, en amont du village Karmowa, et dans l'étroite arête de partage qui s'étend de l'E à l'W, entre les rivières Malka et Kitchmalka. Le long de la Malka les affleurements du néocomien sont d'ailleurs souvent masqués par de puissants dépôts d'un conglomérat dilluvial empêchant de voir la superposition directe du néocomien sur les dolomies titoniennes (17, 18) qui viennent se montrer, tant sur la Malka qu'en de nombreux points entre la vallée de cette rivière et Kislowodsk.

Après avoir pris connaissance des dépôts crétacés des alentours de Kislowodsk, nous passerons aux formations jurassiques développées plus au sud, vers l'Elbrous (Carte géol. Lignes *F—E*, *H—G*).

Le chemin qui mène de Kislowodsk à l'Elbrous traverse d'abord, sur un parcours de 45 klm., un plateau doucement incliné vers le nord. Les beaux pâturages dont le plateau est couvert cachent les roches sous-jacentes, de sorte qu'il est difficile d'indiquer avec quelque précision la limite entre les dépôts crétacés et les roches jurassiques. Les calcaires néocomiens que l'on rencontre encore çà et là dans les affleurements le long des rivières Alikonovka et Olkhovka, disparaissent bientôt pour être remplacés par les calcaires du jurassique supérieur



formant le sommet du Bermamyt. Le Bermamyt (2591 m.) est une des cimes les plus connues et les plus visitées par les touristes du haut contrefort jurassique qui s'étend le long du flanc nord de l'arête principale du Caucase. Une vue magnifique s'ouvre de son sommet sur l'Elbrous et les cimes voisines couvertes de neiges. C'est surtout le matin, quand le cone grandioze de l'Elbrous est illuminé par les premiers rayons du soleil, que le tableau est splendide,

En bas s'étale la vallée de la Khassaout avec son village du même nom, le seul dans ces parages.

La chaîne principale qui, dans cette région-ci, a subi le soulèvement le plus intensif de ses masses, est formée de schiste cristallin contre lequel vient s'appuyer, au nord, comme nous l'avons dit plus haut, une large bande de dépôts jurassiques, suivie par une bande de couches crétacées plongeant vers le nord. Dans notre localité le tableau est un peu plus compliqué: les roches cristallines, servant de lit au système jurassique, surgissent dans les vallées des rivières Echkakon, Malka et Khassaout.

Le système jurassique se divise en deux sections nettement distinctes, une inférieure, principalement formée de roches sablo-schisteuses, et une supérieure composée de roches calcaires compactes. La section inférieure, surtout les grès de sa partie la plus basse, est caractérisée par la présence de couches houillères et de restes de plantes. La partie supérieure de la section inférieure correspond indu-

bitablement aux dépôts du dogger, alors que l'âge de la partie inférieure ne peut encore être déterminé avec certitude: les uns le rapportent au dogger, d'autres au lias. La section supérieure du jura, celle des calcaires, correspond au Malm de l'Europe centrale et occidentale et joue un rôle important dans l'orographie de la région. De nombreuses rivières et leurs confluents, descendant de l'arête principale, coupent la bande de ces calcaires en parties isolées qui forment comme de grands plateaux, doucement inclinés vers le nord, à pentes brusques et escarpées vers le sud. Un de ces escarpements s'élève à 300 m. au-dessus de la terrasse de Betchessan, en formant la montagne Bermamyt qui sépare la terrasse de Betchessan de celle de Kislowodsk. La coupe de cet escarpement (coupe décrite par Simonowitch, Batzéwitch et Sorokin) montre, de haut en bas:

1) Epaisses couches de dolomie gris clair ou quelque peu jaunâtre, à grain fin et à cassure granulaire qui contiennent *Natica hemisphaerica* d'Orb., *Nerinea Zeuchneri* Peter., *Nerinea bruntrutana* Thurm. De plus, on y rencontre assez souvent des inclusions d'albâtre sous forme de petits nids ou d'amas irréguliers. Un de ces gisements d'albâtre se trouve sur le chemin de Kislowodsk au Bermamyt, non loin du sommet.
2) Calcaires dolomitiques très compacts, également d'un gris clair, qui abondent par places en amas de coraux généralement mal conservés. En outre on y a trouvé *Rhynchonella lacunosa* Schl., *Alveopora ramosa* Reuss., *Alveopora tuberosa* Reuss., et écailles de *Hemicidaris crenularis* Aq.

Les deux horizons dont les couches plongent vers le nord sous un angle de 5° à 6°, forment la section supérieure du système jurassique.

Au-dessous des calcaires corallifères l'escarpement devient moins abrupt. Par endroits la pente est couverte d'éboulis et de grands blocs de calcaires qui cachent les roches primitives s'avançant çà et là en saillies.

3) Les calcaires dolomitiques corallifères sont superposés à une puissante assise de grès, formée par une série de couches dont les supérieures à grains moyens ou fins, de couleur gris clair, exhalant une faible odeur d'argile, sont traversées par des veines et de minces intercalations de quartz, épaisses jusqu'à 1 décimètre.
4) Ces couches de grès alternent avec des grès calcareux de couleur rougeâtre qui leur sont subordonnés.
5) Grès argileux gris, formés d'un aggrégat finement granulaire de grains de quartz, liés par un ciment argileux.
6) Couches de houille, jusqu'à 2 pieds d'épaisseur. La houille forme une masse feuilletée compacte, d'un noir de poix,

à éclat gras et cassure conchoïdale. Parfois on y trouve de petites inclusions ou filons de pyrite.

7) Grès argileux.

8) Puissant dépôt d'un conglomérat quartzeux d'âge problématique, composé de grains de diverse grosseur de quartz peu cimentés. Par places les matières constituantes sont cimentées et la roche plus compacte accuse une structure feuilletée.

Ces roches constituent toute l'étendue du plateau de Betchessan, limité au nord par les hauteurs du Bermamyt et la vallée de la Khassaout, au sud par une arête schisteuse assez élevée qui le sépare de l'Elbrous.

Au sud du Bermamyt la section inférieure houillifère du jura acquiert un fort développement dans les hauteurs de Betchessan où elle joue un rôle orographique indépendant.

Cette section est formée par une assise de grès, épaisse de 365 m., et consiste en une alternance de psammites quartzeux et feldspathiques, à grain fin ou grossier, liés par un ciment tantôt kaolinisé, tantôt argileux ou ocreux, et de schiste argileux abondant en sphérosidérite et concrétions sablo-argileuses de fer oligiste. Les grès renferment des couches de houille.

Dans la partie inférieure des grès de Betchessan les restes organiques sont rares, tandis qu'ils abondent dans la partie supérieure houillifère. Déjà Abich y avait trouvé des fossiles, la plupart de l'âge oolithique inférieur. Il n'y a pas longtemps que le prof. Uhlig a déterminé encore quelques-unes des formes trouvées par Abich dans la partie supérieure du grès houillifère, notamment dans une couche, épaisse à peine de $1^1/_2$ pied, de grès gris foncé calcarifère, par places ocreux, intercalé de minces lits d'argile et situé sur la pente rapide du Bermamyt sous une épaisse couche d'éboulis. Ce sont les formes suivantes: *Belemnites cf. spinatus* Qu., *Phylloceras ultramontanum* Zitt., *Phylloceras cf. Hommairei* d'Orb., *Perisphinctes sp. ind.*, *Perisphinctes sp. n. aff. sulciferus* Opp., *Harpoceras sp. ind. Trigonia tuberculata* Ag., *Lima (Ctenostreon) pectiniformis* Schl., *Pecten disciformis* Schübl., *Avicula sp.*, *Holectypus sp.*, *Inoceramus sp. cf. fuscus* Qu.

La forme la plus intéressante pour la détermination de l'âge est *Bel. cf. spinatus* Qu. Quoique la mauvaise conservation des exemplaires trouvés rende difficile de les reconnaître comme identiques avec le *Bel. spinatus* de Souabe, la grande ressemblance de l'espèce caucasienne avec le groupe *Paxyllosen*, ressemblance constatée par le prof. Uhlig, permet d'attribuer à ces dépôts l'âge de l'oolithique inférieur. Des types du même âge sont d'ailleurs encore *Phylloceras ultramontanum* et *Trigonia tuberculata*, connus dans la zone à *Am. Murchisonae.*

La présence de deux formes de *Perisphinctes*, dont l'un est très voisin de *P. sulciferus* Opp. du callovien, forme qui n'a jamais été



L'Elbrous vu de la

Pl. C.



ne Bermamyt.

trouvée jusqu'ici au bas de l'oolithe inférieur, complique cependant la question sur l'âge de ces dépôts. Le prof. Uhlig est d'opinion que *Perisphinctes* occupe soit dans la nature un horizon plus supérieur, soit qu'il y a concentration des formes en un même point; le fait qu'effectivement tous les fossiles proviennent d'une seule couche de grès oolithique d'une épaisseur ne dépassant pas 1½ pied, le porte à donner la préférence à cette dernière hypothèse.

Les couches des grès, en général faiblement inclinés vers le nord, affectent par places un plissement encore peu étudié. Vers le sud, à une petite distance du Bermamyt, les grès sont traversés par un cone andésitique s'élevant à une petite hauteur à proximité du chemin de Karatchaï.

Les couches de houille, assez fréquentes entre ces dépôts, ne sont guère épaisses (0,1—0,4 m.) et la houille des affleurements est de mauvaise qualité. Ceci et l'absence de commodes chemins de communication sont la raison que les gisements houillers du Bermamyt ne sont encore ni explorés ni exploités. Les couches de houilles se montrent en beaux affleurements sur la rive gauche de la Malka, près de la source acidule.

Au sud du plateau de Betchessan surgissent, de dessous les grès du jurassique inférieur, des granites et des schistes cristallins, affleurant dans la vallée de la Malka et constituant la haute arête qui sépare ce plateau du pied de l'Elbrous.

Dans une des gorges latérales de la vallée de la Malka, par laquelle descend, de la pente nord de l'Elbrous, un des affluents de cette rivière, se trouve, à l'altitude absolue de 2,378 m., une intéressante source carbonatée ferrugineuse, connue sous le nom de „Narzan chaud". Deux puissants griffons percent au jour à travers le tuf déposé par l'eau minérale et cimentant les blocs et galets granitiques de la pente. La température de la source est de 22°-25° C. Outre ces deux principaux griffons l'eau carbonatée ferrugineuse jaillit en plusieurs points dans le thalweg.

Dans un des ravins latéraux, près du „Narzan chaud", on peut observer d'intéressantes „pyramides de terre", c'est-à-dire de hauts cones d'alluvion glaciaire friable portant au sommet de grands blocs.

Les formations glaciaires remplissent aussi la vallée de la Sourkh entre l'arête schisteuse et l'Elbrous. Le développement considérable de dépôts morainiques non lavés, vers l'aval de la vallée de la Malka, indique qu'à une époque relativement peu reculée les glaciers s'abaissaient bien plus bas dans la vallée qu'aujourd'hui. En général, on a fait l'observation que dans cette partie de la pente nord du Caucase les glaciers ne descendent pas au-dessous de 1,900 mètres et qu'ils se trouvent dans une période de diminution.

Le cone volcanique de l'Elbrous, le sommet le plus élevé de la chaîne du Caucase, a 5,646 m. de hauteur, avec un diamètre de 14 klm. à la base. Le massif principal de la montagne forme un cone régulier tronqué se terminant par deux sommets, séparés par un profond cir-

que, reste d'un ancien cratère. Le sommet occidental est d'environ 30 m. plus élevé que l'oriental. Sur les pentes de la montagne, on observe de nombreux cones éruptifs moins importants, d'origine relativement récente. De grandes coulées de lave descendent en partie dans la vallée de la Baksan, en partie dans la gorge de la Malka.

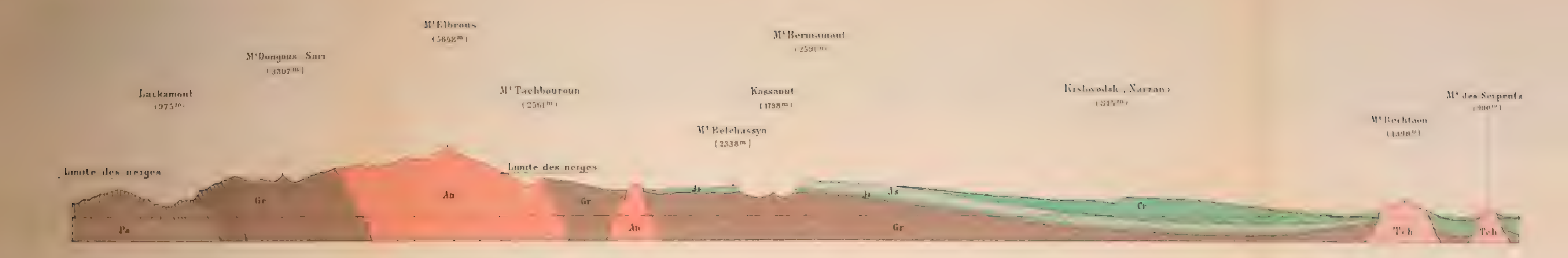
La roche volcanique de l'Elbrous a été étudiée par Tchermak sur des échantillons que Favre lui avait envoyés. D'après Tchermak cette roche est une andésite, composée d'une pâte noire demi-vitreuse, sur laquelle tranchent des cristaux blancs d'oligoclase et d'assez gros grains de quartz. Au microscope Tchermak a trouvé, dans la pâte, de l'orthose, de l'oligoclase, beaucoup de pyroxène, quelque peu de biotite et de magnétite, de sorte qu'il range la roche parmi les andésites quartzeux, ou plutôt parmi le sous-groupe des riolites.

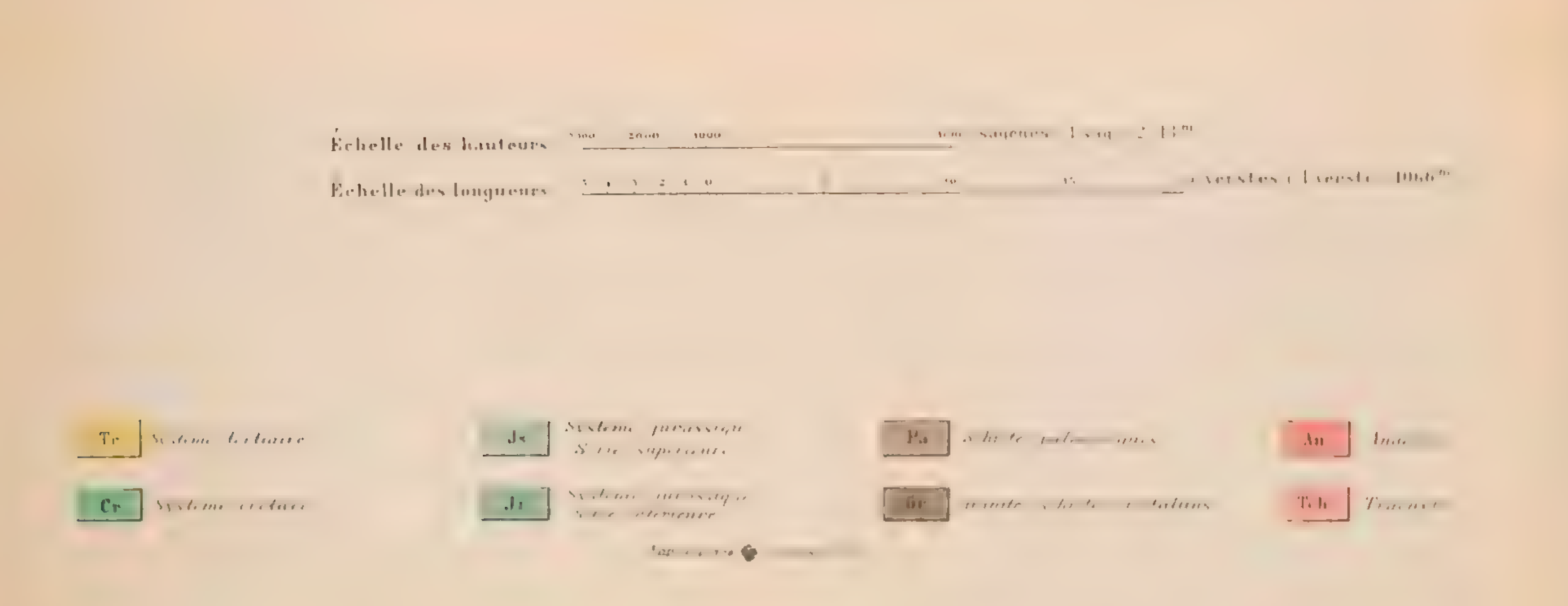
Le cone andésitique de l'Elbrous repose sur le granite et les schistes cristallins. Ces roches constituent toute la partie centrale de l'arête, occupent la partie supérieure de la vallée de la Baksan et apparaissent à l'ouest de l'Elbrous, vers la source de la Kouban. Dans la vallée de la Malka elles se rencontrent couvertes de grès jurassiques. Vers le nord, elles s'étendent au loin dans la vallée de l'Echkakon.

Le granite ordinairement rouge est composé de cristaux d'orthose, d'oligoclase et de quartz. Il offre plusieurs variétés qui alternent avec des gneiss et des schistes micacés, ces derniers surtout développés à la haute Malka.

L'Elbrous donne naissance à de nombreux grands glaciers dont les plus puissants descendent dans la vallée de la Baksan. Des glaciers moins importants se trouvent sur les autres pentes de la montagne.

L'excursion se terminera par la visite d'un des glaciers descendant dans la vallée de la Malka, dans l'angle formé par le massif de l'Elbrous et l'arête Tachly-syrt qui se dirige dans le sens du méridien en formant la ligne de partage des bassins des mers Noire et Caspienne.


Mt Elbrous
(5648m)
Mt Dongous Sari
(3307m)
Mt Bermamout
(2591m)
Lackamout
(975m)
Mt Tachbouroun
(2561m)
Kassaout
(1798m)
Kislovodsk (Narzan)
Mt des Serpents
Mt Betchassyn
(2338m)
Mt Bechtaou
Limite des neiges
Limite des neiges
Gr
An
Gr
Js
Ji
Js
Cr
Pa
An
Gr
Tch
Tch


Échelle des hauteurs
2000
1000
Échelle des longueurs
verstes (1 verste 1066m)
Tr
Js
Pa
An
Cr
Ji
Gr
Tch

XX

VOYAGE GÉOLOGIQUE

PAR

LA VOLGA

de Kazan à Tzaritsyn.

PAR

A. P. PAVLOW,

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE MOSCOU.

Itinéraire général du voyage.

Pour la première moitié du voyage, depuis Nijni-Novgorod jusqu'à Kazan, les participants à l'excursion de la Volga se serviront du guide de l'excursion à l'Oural.

Départ de Kazan vers le soir.

1-er jour: Dolinovka, Gorodichtché, Polivna, Simbirsk. La nuit entre Simbirsk et Stavropol.

2-me jour: Presqu'île de Samara. Jégouli, mines d'asphalte. Kachpour en aval de Syzran. La nuit entre Kachpour et Volsk.

3-me jour: Volsk, Saratow. La nuit entre Saratow et Zolotoïé.

4-me jour. Troubino, Bannovka, Chtcherbakovka, Kamychin.

5-me jour: Alexandrovka. Tzaritsyn.

I-re PARTIE.

Coup d'oeil général sur la région de la rive droite de la basse Volga.

Nature du pays. La région avoisinant la rive droite de la basse Volga dans les gouvernements de Simbirsk et de Saratow offre un aspect variant dans ses diverses parties. Ces différences résultent de la nature des roches et du sol, du relief, du climat et de la végétation.

Dans sa partie septentrionale, entre la limite du gouvernement de Kazan et celle du district de Senguiléi, le pays est presque dépourvu de forêts; cependant la pente escarpée de la Volga et une bande étroite le long du fleuve sont boisées.

Le relief de cette région septentrionale n'est pas très accentué. C'est une plaine découpée par des vallées larges et assez profondes aux pentes inégales; le tchernosiom, plus ou moins argileux ou sableux, y prédomine. Les roches anciennes qui y sont les plus répandues, sont les argiles du jurassique supérieur et celle du crétacé inférieur; leurs couches s'inclinent faiblement vers le sud, de sorte que les roches jurassiques du nord disparaissent bientôt pour faire place aux roches crétacées inférieures. Les pentes douces des vallées sont couvertes de limon loessoïde ou d'argile sableuse d'origine déluviale (v. plus bas).

La région suivante s'étend jusqu'au pied des montagnes des Jégouli qui, grâce à une faille d'âge tertiaire, se redressent le long de la ligne joignant Kanadéi et Stavropol, et se prolongent dans la presqu'île de Samara. Cette seconde région présente un plateau dont la partie périphérique offre beaucoup d'analogie avec la région précédente par le relief et par l'absence de forêts. Mais on y rencontre un autre type de tchernosiom, riche en fragments anguleux de marnes siliceuses turoniennes, qui viennent y remplacer les argiles crétacées inférieures. Ces dernières cependant restent encore longtemps visibles à la base des falaises de la rive droite de la Volga. La plus grande partie de ce plateau, celle qui est en même temps la plus élevée, est formée de roches tertiaires. Les argiles siliceuses, les grès glauconieux, les sables et les grès quartzeux sont les roches prédominantes du tertiaire. La désagrégation de ces roches produit un sol sableux ou caillouteux peu favorable à l'agriculture; c'est pourquoi ces hautes régions sont encore riches en forêts et comparativement peu peuplées. Du dessous du tertiaire, dans les vallées, émerge la craie blanche qui cause la fertilité des pentes douces de ces vallées.

La troisième région, celle des Jégouli, présente un caractère montagneux, surtout dans la partie septentrionale formant le bord du plateau calcaire (ou des plateaux calcaires), bord profondément découpé par de nombreuses vallées et ravins et tapissé de forêts depuis le fond des vallées jusqu'aux faîtes des plateaux. Ce bord septentrional des Jégouli est formé de calcaire à Fusulines, lequel, au sommet de ces montagnes, est lui-même couronné de calcaire à *Schwagerina* ainsi que de calcaire et de gypse permien. Ce plateau calcaire des Jégouli s'abaisse graduellement vers le sud et se transforme en coteaux, pour la plupart dépourvus de forêts et séparés les uns des autres par des vallées peu larges, mais assez profondes, se dirigeant vers le sud, conformément à l'inclinaison des couches.

La 4-me région s'étend de la ville de Syzran jusqu'à l'embouchure de la Térechka. A peu de distance de Syzran le calcaire paléozoïque (calcaire à Fusulines, qui aux environs de Syzran n'est plus couvert



Fig. 1. Déluvium formant les pentes douces des montagnes crétacées près de Chilovka.



Fig. 2. Partie inférieure des mêmes pentes montrant le passage de la brêche crayeuse au loess.

du permien) se cache sous les couches jurassiques; ces dernières à leur tour plongent sous l'argile néocomienne et aptienne. Avec la réapparition de ces couches, réeapparaît le même caractère topographique que celui que nous avons vu dans la partie septentrionale du gouvernement de Simbirsk. Mais bientôt les marnes siliceuses du crétacé supérieur et la craie viennent recouvrir la série argileuse; alors le relief devient irrégulièrement onduleux; de plus les lambeaux du grès tertiaire, épargnés par l'érosion, y forment plusieurs petits plateaux boisés. Telles sont les montagnes isolées dites Otmaly, s'élevant au sud de la rivière de Syzran, et la rangée des petits plateaux boisés longeant la Volga entre Khvalynsk et l'embouchure de la Térechka, rivière remarquable en ce qu'elle garde pendant très longtemps la direction SE et coule presque parallèlement à la Volga. Cette région offre beaucoup de rapport avec la seconde, mais les caractères de la steppe s'y font déjà sentir.

La cinquième région, entre Saratow et Tzaritsyn, possède un relief moins accentué: partout des plaines ou de légères ondulations de terrain. Les forêts s'y rencontrent encore dans la partie nord, mais par petits lambeaux isolés; en s'avançant vers le sud on ne trouve plus que des touffes d'arbres dans quelques vallons; le sol devient de plus en plus aride et enfin nous arrivons à la steppe en plein développement, avec sa végétation et sa culture. Les espaces sablonneux presque dépourvus de toute végétation n'y sont pas rares.

En aval de Tzaritsyn la Volga fait un détour vers le SE et s'écarte définitivement des hauteurs qui jusqu'à cet endroit formaient sa haute rive droite. Ces hauteurs gardent leur direction méridionale et, sous le nom d'Erguéni, se prolongent jusqu'à la rivière Manytch. (Pour la nature des alluvions de la Volga v. la fin de l'aperçu stratigraphique).

Conditions tectoniques. La tectonique du pays le long de la basse Volga n'est pas très compliquée. De prime abord, les couches paraissent horizontales dans les coupes que présentent les escarpements de la Volga; mais si l'on fixe une de ces couches, en la suivant, sans la perdre de vue, sur une distance assez considérable, on se persuade que les couches sont inclinées et plus ou moins disloquées, circonstance qui ne reste pas sans influence sur le relief du pays. Ce qu'on observe le plus souvent, c'est un faible pendage des couches dans le sens méridional; (la véritable inclinaison des couches se dirige plutôt vers le SE ou SSE). C'est grâce à ce pendage que les couches les plus anciennes disparaissent pour faire place aux plus récentes. Des ondulations locales viennent par endroits compliquer cette inclinaison, sans cependant en changer la direction générale. Outre ces inclinaisons et ces faibles ondulations des couches, des dislocations plus considérables (des failles pour la plupart) viennent s'interposer et compliquer la tectonique du pays. Parmi elles, la plus grande, celle des Jégouli, met à jour le calcaire carbonifère et le permien et subdivise toute la ré-

gion en deux parties inégales dont la septentrionale est plus petite, et la méridionale plus grande et plus compliquée au point de vue tectonique.

Ce qui est remarquable dans cette partie méridionale, c'est l'existence de plusieurs points où le calcaire paléozoïque et le jurassique se montrent au milieu des roches tertiaires et crétacées supérieures. Ces affleurements sont disposés à peu près sur une ligne droite qui se dirigerait vers le NNE, à la distance de 50—90 kilomètres du cours de la basse Volga. Dans le plus grand nombre de ces affleurements on observe des couches inclinées et une succession rapide des différents horizons géologiques. Cette ligne des affleurements des couches carbonifères et du jurassique a reçu le nom de système de Don-Medvéditsa, et se compose des chaînons suivants: de l'îlot carbonifère de Krémenskaïa sur le Don, de celui de la station Archéda, d'un troisième îlot situé entre les deux précédents, des affleurements du carbonifère et du jurassique près de Jirnoïé sur la Medvéditsa et enfin des affleurements des mêmes roches près de Tioplovka, non loins des sources de la Medvéditsa. Un autre système de plissements et de failles commence par le coteau méridional d'Ergueni dont les couches disloquées prennent la direction générale de la rive droite de la Volga dans la partie sud du gouvernement de Saratow. Cette rive droite laisse en plusieurs points apercevoir de petites failles. Le plus intéressant de ces endroits se trouve entre Alexandrovka et Proléika; on y observe un petit „Graben" mettant en contact les couches éocènes inférieures avec les couches à *Meletta*. (v. Pl. H.). La direction des cassures est presque méridionale et coupe la ligne du rivage sous un angle aigu. Des phénomènes du même genre ont été observés encore près de Bélaïa Glinka, près de Saratow et près de Volsk. Jusqu'ici on n'a qu'ébauché les conditions tectoniques du pays en question, mais cette ébauche laisse conjecturer que les dislocations ci-dessus indiquées ont eu quelque influence sur la direction de la basse Volga.

Stratigraphie. Le trajet par bâteau spécial en descendant la Volga permet d'observer tous les systèmes géologiques du pays à partir du carbonifère supérieur jusqu'au quaternaire, sauf pourtant le triasique indubitable du mont Bogdo qui restera à une distance de quelques dizaines de kilomètres à l'est de la Volga. On aura l'occasion de voir le calcaire à Fusulines et le calcaire à Schwagerines de la section supérieure du carbonifère, le calcaire permien et les marnes bigarrés du permien supérieur en contact avec le jurassique. Cependant les couches paléozoïques ne pourront être examinées que sommairement. Une particularité intéressante à relever en passant, c'est la pénétration du calcaire par le bitume, fait jetant quelque lumière sur la question de la formation des gisements de bitumes. On pourra observer plus en détail les couches jurassiques, crétacées et tertiaires.

Le jurassique de la région de la basse Volga se compose du callovien, de l'oxfordien, du kimmeridgien, du portlandien et d'aqui-

lonien. Le callovien est représenté par des sables et des argiles pauvres en fossiles, recouvrant les marnes bigarrées du permien. Dans la région des Jégouli le sable callovien, comme le calcaire carbonifère et permien, est pénétré de bitume et est exploité pour la fabrication du goudron. Le callovien moyen (zone à *Stephanoceras coronatum*) n'atteint pas un développement considérable et dans la partie septentrionale de la région se borne à un lit de conglomérat friable avec débris roulés de fossiles calloviens inférieurs. Ce lit est immédiatement recouvert d'argiles oxfordiennes à *Cardioceras cordatum.* Dans le district de Syzran le callovien moyen est mieux développé et est accompagné du callovien supérieur (zone à *Quenstedticeras Lamberti*), mais il est difficile de les observer à cause des éboulements et du manque de belles coupes près de la route suivie par les excursionnistes. L'oxfordien est partout représenté par les argiles marneuses, renfermant dans la partie inférieure *Cardioceras cordatum, tenuicostatum*, *Perisphinctes plicatilis*, des Belemnites du groupe *Bel. Panderi*, etc. et, dans la partie supérieure, *Cardioceras alternans* et Belemnites du même groupe. Cette partie supérieure peut également être considérée comme équivalent du séquanien. Le kimmeridgien se compose de la même roche et, pétrographiquement, se confond avec l'oxfordien (et le séquanien); seulement vers le sommet il reçoit quelques lits d'argile schisteuse foncée. La présence de plusieurs fossiles bien connus dans l'Europe occidentale rend la faune kimmeridgienne très intéressante; tels sont *Hoplites pseudomutabilis*, *Hoplites eudoxus, Aspidoceras acanthicum*, *Exogyra virgula* et beaucoup d'autres. Ces espèces sont accompagnées de plusieurs représentants de la faune boréale donnant au kimmeridgien russe un cachet spécial; ce sont par exemple les Aucelles du groupe *Aucella Pallasi,* Keys. *Aucella Bronni* Lahus, *Cardioceras Volgae,* et *subtilicostatus,* les Belemnites du groupe *Porrecti* et *Magnifici* etc.

La base du Portlandien, à son tour, se confond pétrographiquement avec le kimmeridgien, mais l'apparition des Ammonites du groupe d'*A. Bleicheri*, des Perisphinctes à grosses côtes bifurquées se rapprochant du *Perisphinctes Pallasi* d'Orb., ainsi que de la *Discina latissima* et du *Belemnites magnificus* typique, atteste le commencement d'un nouvel âge. L'argile grise de la base du portlandien est surmontée de schistes bitumineux, gisement principal de la *Discina latissima* et des Virgatites; au-dessus vient le conglomérat phosphatique avec *Virgatites virgatus* et le grès à grands Ammonites du groupe *A. giganteus.* Outre les formes connues dans le portlandien de l'Europe occidentale, le portlandien russe, de même que le kimmeridgien, renferme beaucoup de formes boréales; ce sont surtout de nombreuses *Aucellae* et des Belemnites des groupes *Magnifici* et *Explanati.*

Le système jurassique se termine par l'aquilonien, étage correspondant au tithonique supérieur et au purbeckien de l'ouest, marin comme le tithonique, mais dans la faune duquel les éléments bo-

réaux prédominent. Au nord de Simbirsk on ne voit que la zone inférieure de l'aquilonien (zone à *Craspedites subditus*), laquelle est immédiatement couverte par des couches à *Simbirskites versicolor* (néocomien supérieur boréal). Dans le district de Syzran on rencontre encore une zone d'aquilonien, celle de *Craspedites kaschpuricus*.

Le néocomien inférieur du gouvernement de Simbirsk se caractérise par une faune dans laquelle les éléments boréaux continuent à prédominer. Les Belemnites du groupe *Infradepressi* sont très nombreuses et très variées (*Belemnites lateralis*, *B. subquadratus*); les Aucelles y abondent également (*Aucella volgensis*, *Auc. Keyserlingi*). Les Ammonites y sont représentées par des types presque inconnus dans l'Europe occidentale, mais dans le district de Syzran on trouve *Polyptychites Keyserlingi* dans la zone supérieure et dans la région de la Soura, *Oxynoticeras Gevrili* et *Marcoui* dans la zone inférieure. Ces Ammonites, ainsi que les Belemnites, permettent de préciser l'âge du dépôt, quoique les formes originales des autres Ammonites et l'abondance des Aucelles donnent à la faune un cachet particulier. On peut observer ce néocomien inférieur, pendant le trajet, près de Kachpour, district de Syzran; il fait totalement défaut dans le nord de Simbirsk. Près de Kachpour ce néocomien inférieur est surmonté d'argile sableuse et de sable gris à *Belemnites subquadratus* représentant peut-être le néocomien moyen; cependant il n'a pas encore été déterminé paléontologiquement.

Le néocomien supérieur (couches à *Simbirskites versicolor*, *Decheni*, *discofalcatus*) et l'aptien (couches à *Hoplites Deshayesi* et à grands *Ancyloceras*) présentent, dans le gouvernement de Simbirsk, une puissante assise d'argile foncée avec lits de sable et d'argile schisteuse, et de grandes concrétions ellipsoïdales du calcaire ferrugineux fossilifère. Cette assise recouvre près de Kachpour le néocomien inférieur et le sable à *Belemnites subquadratus* (fig. 6); au nord de Simbirsk il repose transgressivement sur la zone aquilonienne à *Craspedites subditus* et *okensis* (fig. 2). Dans le gouvernement de Saratow, le néocomien supérieur n'apparaît que rarement dans les coupes de la rive droite, et l'aptien est représenté par des couches sableuses à la base et argileuses au sommet, qui disparaissent bientôt en aval de Saratow.

Le gault est partout très pauvre en fossiles; il se borne à des argiles, à des sables micacés et argileux renfermant quelques lits de rognons phosphatiques. Ce n'est que dans de rares endroits que les Hoplites caractéristiques du gault ont pu être obtenus dans ces phosphorites.

Le cénomanien n'existe pas dans la partie septentrionale de la région, à moins qu'il ne soit représenté par la mince couche des rognons phosphatiques qui délimite le gault du turonien; mais l'appartenance de cette couche au cénomanien doit encore être démontrée paléontologiquement. Dans la partie méridionale de la région (districts de Saratow et de Kamychin) le cénomanien est clairement représenté

par des sables micacés contenant des rognons phosphatiques, et par des grès qui, par places, sont très riches en fossiles; les plus communs sont: *Schloenbachia varians* Sow., *Schloenbachia Coupei* Brong., *Belemnitella plena* Blaint., *Avellana cassis* d'Orb., *Avellana sculptibis* Stol., *Ostraea conica* d'Orb., *Pecten Virgatus* d'Orb., *Pecten orbicularis* d'Orb., *Pecten hispidus* Goldf., *Janira quinquecostata* d'Orb., *Pectunculus lens* Nils, *Inoceramus latus* Montf.

Le turonien renferme des marnes argileuses et silicieuses du calcaire mou et de la craie blanche; ces dernières couches occupent ordinairement la base de l'étage; elles sont plus fossilifères et riches surtout en Inocerames; c'est ce qui a fait désigner ce niveau par le nom de craie à Inocerames (*Inoceramus Brongniarti* Sow., *Inoceramus involutus* Sow., *Inoceramus russiensis* Nik. et autres.

Dans la partie supérieure de l'étage prédominent les marnes siliceuses à *Avicula* (*Avicula tenuicostata* Roem., *Avicula cf. lineata* Roem., et plusieurs autres espèces d'*Avicula*) qui au sud de Saratow alternent avec du grès glauconieux et de l'argile; elles sont très pauvres en fossiles, de sorte qu'il est assez difficile de tracer la limite qui les sépare du sénonien. Dans le gouvernement de Simbirsk ce dernier se compose de craie blanche et d'argile noire assez dure; celle-ci est très pauvre en fossiles; la craie blanche au contraire en renferme beaucoup, entre autres: *Parasmilia centralis* Maut., *Ananchytes ovata* Goldf., *Rhynchonella plicatilis* var., *octoplicata* Sow, *Terebratula obesa* Sow., *Terebratula carnea* Sow, *Terebratula gracilis* Schloth., *Magas pumilus* Sow., *Ostraea vesicularis* Lam., *Lima semisulcata* Nils., *Spondylus globosus* d'Orb., *Belemnitella mucronata* d'Orb. Dans la partie méridionale, des marnes argileuses gris clair et des argiles molles à *Belemnitella mucronata* et *Ostraea vesicularis*, passant à la base aux marnes siliceuses, forment le sénonien.

Le crétacé supérieur est partout nettement délimité du tertiaire, à la base duquel on observe ordinairement une mince couche de grès vert glauconieux avec des dents de requins, des fragments de *Belemnitella*, ou seulement des cavités et des empreintes laissées par les rostres de *Belemnitella*. Ce grès de contact n'atteint le plus souvent que quelques centimètres d'épaisseur et, par places, manque complètement. La région en aval de Volsk se distingue surtout par son développement, à la base du tertiaire, de grès argilo-siliceux plus ou moins glauconieux et micacé, dans lequel *Nautilus Danicus* a été decouvert. Cet horizon à *Nautilus Danicus* n'existe pas dans la plupart des coupes de la rive droite de la Volga, et la mince couche de grès glauconieux de contact passe sans intermédiaire à l'argile siliceuse jaune ou bleuâtre, alternant parfois avec le tripoli à Diatomacées marins. Cette assise inférieure du tertiaire n'est pas très riche en fossiles; on n'y trouve guère que des empreintes et des moules. On y rencontre communément: *Nodosaria raphanistrum* Lin., *Trochocyathus calcitrapa* v. Koen., *Nucula proava* Wood, *Nucula densistria* v. Koen., *Natica detrita* v. Koen., *Dentalium rugiferum*

v. Koen., *Scalaria crassilabris* v. Koen. et d'autres espèces, proches de celles qui se trouvent dans le paléocène de Kopenhague et dans les couches les plus inférieures du tertiaire de l'ouest [1]). Cette assise occupe un grand espace dans la partie sud du gouvernement de Simbirsk, surtout dans la région des sources des rivières Syzran, Swiaga, Oussa, et donne naissance à des sols pierreux ou cendreux, dépourvus de chaux. Au sud de la région de la basse Volga elle ne ressort que rarement du dessous des couches supérieures et disparaît définitivement dans la moitié méridionale du district de Kamychin.

Dans l'assise suivante du tertiaire prédomine le grès argilo-siliceux, plus ou moins glauconifère et micacé; il est plus riche en fossiles que la roche sous-jacente, mais ce sont également des empreintes et des moules qui s'y rencontrent. En étudiant ces restes, on réussit cependant à reconstruire la forme et la sculpture des fossiles et, dans bien des cas, à déterminer les espèces.

On obtient ainsi une faune intéressante dans laquelle, avec les espèces non décrites, on voit beaucoup de formes identiques ou extrêmement rapprochées de celles qui sont connues dans le paléocène de Kopenhague, le landenien de Belgique, le Thanet Sand d'Angleterre, et même quelques formes connues dans l'éocène moyen. Les fossiles les plus répandus dans cet horizon sont: *Nucula Bowerbanki* I. Morris, *Nucula Dixoni* Edw., *Cyprina* cf. *Morrisi, Pholadomya cuneata* Sow., *Cardium semidecussatum* v. Koen., *Scalaria angresiana* Ryckh., *Scalaria Jonstrupi* v. Koen., *Voluta nodifera* v. Koen., *Fusus landinensis* G. Vinc.; *Fusus Colbeani* G. Vinc., *Fusus* cf. *rugosus* Lam. Encore plus communes sont quelques espèces non décrites, p. ex. *Ostraea* sp. n. aff. *Queteleti* Nyst, *Turritella* sp. n. aff. *Mariae* Br. et Corn., *Turritella* sp. n. aff. *montensis* Br. et Corn. Cette série est typiquement développée et très étendue dans la région des sources de la rivière Syzran et de ses affluents gauches, dans le district de Syzran et dans les parties limitrophes des districts de Korsoun et de Senguiléi; mais on peut la suivre jusqu'au sud du gouvernement de Saratow où elle subit une modification pétrographique et paléontologique et passe au grès argilo-micacé avec des bancs continus d'Ostraeidae, se rapportant pour la plupart aux espèces non décrites. Les deux séries qui viennent d'être citées ont été désignées sous le nom d'étage de Syzran. En comparant la faune de cet étage avec les faunes connues dans l'éocène de l'ouest, on voit que la faune de la série inférieure se rattache à celle du paléocène de Kopenhague et que la faune de la série supérieure offre beaucoup de rapports avec le landenien inférieur de la Belgique. En somme c'est une faune tertiaire très ancienne, révélant l'existence, dans la Russie orientale, de couches correspondant à la moitié inférieure de l'éocène inférieur (paléocène).

---

[1]) Grâce à l'extrême obligeance de M. M. le Prof. A. v. Koenen, le Directeur E. Dupont, le Dr. G. Vincent et le Dr. R. B. Newton, l'auteur de ce guide a eu la possibilité de comparer les fossiles paléogènes russes avec les échantillons typiques de l'Ouest.

L'assise suivante varie considérablement, quant aux caractères pétrographiques et paléontologiques, suivant les diverses parties de la région de la basse Volga. Dans le nord prédominent les sables et les grès quartzeux ou silico-glauconieux à faune marine peu variée et étroitement liée à celle de l'assise précédente. Les Lamellibranches forment l'élément prédominant dans cette faune. Les formes les plus communes sont: *Tellina Brimonti* Desh., *Tellina* cf. *pseudodonacialis* d'Orb., *Nucula Dixoni* Edw., *Leda amygdaloides* Sow., *Leda substriata* Morris, *Lucina decipiens* Dest. Dans la région moyenne cette assise commence par le grès micacé gris verdâtre avec empreintes de mollusques et se termine par le grès quartzeux, par place très fossilifère. Encore plus au sud, en aval de Kamychin, les sables avec de grandes concrétions ellipsoïdales de grès calcaire, se développent dans cet horizon (v. Pl. G). Ces concrétions sont connues sous le nom de „Karavaï" (espèce de pains ronds en forme de miches) et renferment beaucoup de fossiles; les plus fréquents dans les grès micacés ainsi que dans les sables à Karavaï sont: *Cucullaea volgensis* Barb., *Cardita volgensis* Barb., *Crassatella* sp. n. aff. *landinensis* G. Vinc., *Calyptraea laevigata* Desh., *Nerita consobrina* Ferrus., *Sycum pyrus* Sol., *Pleurotoma Johnstrupi* v. Koen., *Voluta elevata* Sow., *Tornatella* cf. *sulcata*, *Turritella compta* Desh., *Turritella circumdata* Desh., *Turritella hybrida* Desh., *Turritella* sp. n. aff. *montensis* Br. et Corn. et beaucoup d'autres.

Dans la partie méridionale du district de Kamychin et dans la moitié septentrionale du district de Tzaritsyn, les sables à Karavaï sont surmontés d'une autre série argilo-sableuse renfermant des lits de grès quartzeux, riche en dents de squales (Sr. s. fig. 12 et 13). La série inférieure, riche en fossiles, et la supérieure qui en est assez pauvre, ont reçu le nom d'étage de Saratow. La faune de la série inférieure de cet étage a beaucoup de rapports avec celle du Thanet Sand anglais; elle est intimement liée avec la faune de la série supérieure de l'étage sous-jacent, mais plus variée et plus riche en espèces remontant à l'éocène moyen.

Au-dessus de ces couches marines de l'étage de Saratow on observe, dans quelques endroits des gouvernements de Simbirsk et de Saratow, des sables et des grès quartzeux à empreintes de feuilles d'arbres. Ce grès est souvent exploité comme pierre meulière; on le trouve ordinairement en îlots isolés occupant les régions les plus élevées du pays. Le plus intéressant de ces îlots se trouve à 8 kilomètres à l'ouest de Kamychin. Le grès quartzeux y forme deux montagnes isolées dites „Ouchi" (oreilles). On y rencontre de belles empreintes appartenant aux formes suivantes: *Quercus*, *diplodon* Sap. et Mar. et plusieurs autres espèces de *Quercus*, *Dryophillum Dewalkei* Sap. et Mar., *Dryophillum subcretaceum* Sap., *Cinnamomum* aff. *lanceolatum* Ung., *Dewalquea gelindenensis* Sap. et Mar., *Magnolia* cf. *grandifolia*, *Apocynophyllum lanceolatum* Ung. et autres. Cette flore présente le caractère de l'éocène inférieur (paléocène) bien prononcé et se rapproche

davantage de celle du heersien de Gelinden; mais, d'après les données stratigraphiques, ce niveau est supérieur au heersien et correspondrait plutôt aux lignites et à l'argile plastique du bassin de Paris, représentant peut-être un horizon un peu plus bas. Cet horizon a été designé sous le nom de grès de Kamychin. Ce grès à empreintes de feuilles est remplacé par endroits par un sable contenant des fragments de bois silicifié, ordinairement perforé par les Teredines, et des blocs de grès portant des empreintes dichotomiques, rappelant les empreintes de quelques algues, par ex. *Phimatoderma Dienvalii* Wat. Ce grès serait peut-être l'équivalent marin du grès de Kamychin. Le niveau des sables à restes de plantes peut être suivi à quelque distance en aval de Kamychin, bien qu'il ne soit pas typiquement développé et distinctement visible dans les coupes de la rive droite. A mi-chemin entre Kamychin et Tzaritsyn, ces sables disparaissent des coupes et au-dessus de la série supérieure de l'étage de Saratow, on voit apparaître une autre série sableuse, consistant en sables et en grès quartzeux, glauconieux et argilo-siliceux, alternant avec de minces lits d'argile (Ts. i. fig. 13 et 14). A la base de cette série gît un grès assez grossier, renfermant des fragments et des galets d'argile siliceuse, ce qui démontre qu'à l'époque de la formation de ce grès, les produits de la désagrégation de l'argile siliceuse se mélangeaient aux sables. Aux environs de Tzaritsyn cette série sableuse est surmontée d'argiles gris foncé et noires avec des rognons de phosphorite et cristaux de gypse. C'est l'argile à *Meletta* dans laquelle, outre les restes de ce poisson, se trouvent assez communément des dents de squales. Ces argiles et la série sableuse se trouvant à leur base, forment un ensemble désigné provisoirement sous le nom d'étage de Tzaritsyn. Un petit lambeau de la série supérieure de cet étage s'est conservé, grâce à une faille, dans la partie septentrionale du district de Tzaritsyn, non loin d'Alexandrovka, en dehors du développement continu de cette série. Ce lambeau prouve que, vers leur limite septentrionale, les argiles à *Meletta* passent à leur base aux marnes blanches.

Quant à l'âge géologique de ses couches de Tzaritsyn, on ne peut pour le moment le déterminer avec toute la précision désirable. Les argiles à *Meletta* représentent un horizon assez répandu dans la Russie méridionale, au nord du Caucase et en Crimée qui, croit-on, appartient à l'oligocène inférieur (ou à l'éocène supérieur). La partie inférieure de cet étage, vue sa position stratigraphique, pourrait être considérée comme l'équivalent du grès de Kamychin, mais il est plus probable de supposer une lacune entre ces deux dépôts et de classer la série sableuse et argileuse de Tzaritsyn dans le même étage géologique.

Les depôts quaternaires de la région de la basse Volga sont assez différents: tantôt ce sont les dépôts continentaux, tantôt ce sont ceux du type marin aralo-caspien.

Les dépôts continentaux et, inclusivement, les alluvions des vallées sont ceux qui occupent le plus grand espace dans la région. Le type le plus important de ces dépôts est le type déluvial ou Deluvium. On

désigne sous ce nom les différentes roches peu cohérentes qui recouvrent les pentes des hauteurs et forment les rives planes et faiblement inclinées des vallées. Ces amas ne laissent apparaître aucune trace de stratification ou bien une stratification irrégulière, plus ou moins parallèle à la surface (v. Pl. A, fig. 2 et Pl. D, fig 2). Les caractères pétrographiques de ces amas sont très variés et dépendent de la nature des roches qui forment les hauteurs voisines. Le plus souvent ces dépôts prennent l'aspect et la composition du loess ou du limon loessoïde. Dans la région du développement de la craie, le Deluvium, dans les parties supérieures des pentes, présente une sorte de brèche crayeuse, blanche et légère, qui, en s'abaissant et en s'éloignant des hauteurs, devient de plus en plus fine, prend une coloration jaunâtre et passe peu à peu à un loess bien typique. Les pentes des hauteurs consistant en argiles siliceuses, sont formées dans leurs parties supérieures des fragments anguleux de ces roches, mélangés à de la matière pulvérulente, provenant de la désagrégation de lits moins durs. Ce dépôt, en s'éloignant des hauteurs, passe à un limon loessoïde, dépourvu ou presque dépourvu de chaux (loess déluvial). Au point de vue génétique tous ces dépôts ne sont que les produits de la désagrégation des roches anciennes, produits amassés sur les pentes, maintes fois remaniés par l'action des averses et des pluies, et d'autant plus broyés qu'ils ont été portés plus loins de leur lieu d'origine. Ces dépôts, adossés aux pentes plus raides des hauteurs, ont adouci l'ancien relief du pays; susceptibles d'une érosion rapide à l'époque actuelle, ils prêtent au prompt ravinement de certains endroits de la région (v. Pl. A, fig. 2).

Les dépôts morainiques typiques, riches en blocs erratiques des roches cristallines du nord, font défaut dans la région avoisinant la Volga, dans les gouvernements de Simbirsk et de Saratow; leur limite s'arrête à quelque distance à l'ouest de la Volga. Mais il est certains lieux, surtout dans la partie sud du gouvernement de Saratow, où les sommets des hauteurs et le sous-sol de la haute steppe, découpée par la vallée de la Volga, sont formés d'un limon brunâtre ou rougeâtre à blocs de quartzite et de silex, ayant tous les caractères de la moraine du type local. Dans d'autres endroits, à la base du limon loessoïde d'origine déluviale, entre ce dernier et la roche ancienne, on observe un lit de gravier et de blocs anguleux et roulés. Le quartzite tertiaire et le silex prédominent dans les blocs en question.

Ces différents dépôts qui surmontent les couches paléogènes et dont quelques-uns offrent les caractères des dépôts glaciaires, doivent être plus anciens que les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires de la Russie centrale et représentent sans doute le pléistocène le plus ancien, peut-être contemporain de certains dépôts considérés comme pliocènes.

Les dépôts quarternaires marins, ou plutôt saumâtres, du type aralo-caspien, très répandus du côté gauche de la Volga, deviennent plus rares dans la région avoisinant sa rive droite, dans les gouver-

nements de Simbirsk et de Saratow. Ils sont assez souvent adossés par bande aux roches anciennes, ou emboîtés en coin dans quelque vallée latérale. Ainsi enchassés dans les roches anciennes, ils forment de distance en distance la rive même de la Volga, devenant de plus en plus fréquents à mesure que l'on descend le fleuve. Dans la région de la rive droite c'est la presqu'île de Samara qui forme la limite septentrionale de ces dépôts. Au point de vue pétrographique ce sont ordinairement des argiles d'un brun rougeâtre distinctement stratifiées, associées à des sables blancs et plus ou moins gypsifères. Les fossiles sont peu nombreux dans ces couches; cependant on y trouve parfois quelques restes de Cardium. Il convient de noter que ces argiles brunes et ces sables blancs que nous considérons comme un dépôt du type aralo-caspien, se rapportent à une époque beaucoup plus récente que les graviers et les limons à blocs de grès quartzeux dont il a été question plus haut. Ces derniers jouent le rôle des roches anciennes et prennent part à la formation de la haute steppe, tandis que les argiles brunes aralo-caspiennes forment, comme nous l'avons vu, les terrasses s'élevant à un niveau beaucoup moins haut et adossées aux roches anciennes.

Les alluvions de la Volga qui accompagnent presque tout le temps la rive gauche, se rencontrent aussi de temps à autre sur la rive droite, et se déposent entre le cours principal du fleuve et l'ancienne rive haute. Généralement ces alluvions sont des sables alternant par place avec de l'argile, du limon stratifié et de la tourbe. Ces alluvions offrent une surface à ondulations plus ou moins limitées et sont sillonées de canaux représentant soit les lits secondaires du fleuve (Volochka, petite Volga), soit d'anciens lits obstrués du côté d'amont ou même des deux côtés, et formant dans ce dernier cas des lacs étroits et étirés, ou des marais. Les îles entre lesquelles méandrent les canaux et la Volga actuelle, sont presque toutes couvertes d'arbres, de buissons ou d'herbe. Seuls les bancs de sable nouvellement amassés par le fleuve sont à nus, animés par des milliers d'oiseaux et par les pêcheurs qui y établissent leurs campements. A 13 kilomètres en amont de Tzaritsyn, un bras secondaire, dit l'Akhtouba, se détache de la Volga pour atteindre indépendamment la mer Caspienne, se tenant à une distance de 5 à 20 kilom. du lit principal. Entre la Volga et l'Akhtouba serpentent d'innombrables canaux qui s'anastomosent entre eux en formant un capricieux lacis, et déterminent tout un labyrinthe d'îles verdoyantes, contrastant avec l'aride steppe d'Astrakhan qui l'encadre.

2-me PARTIE.

Voyage Géologique.

1-er jour.

Le matin du 1-er jour, le bâteau s'arrête devant les Montagnes de Cendre (Zolny gory) qui forment la haute rive droite de la basse Volga près de la limite des gouvernements de Kazan et de Simbirsk.

La meilleure coupe des roches anciennes se trouve près du bout septentrional de ces montagnes en aval du village de Dolinovka (fig. 1). La partie supérieure de ces montagnes, ou de cette haute rive de la vallée, est couverte de forêts. Ce n'est que dans quelques ravins boisés que l'on peut trouver quelques affleurements des roches anciennes, prouvant l'existence des étages supérieurs du jurassique jusqu'à l'aquilonien. La partie inférieure présente une coupe bien nette montrant l'oxfordien, le callovien, le contact entre le jurassique et le permien et les horizons supérieurs du permien, marnes bigarrées alternant avec des grès et du calcaire gypsifère.

Explication de la coupe fig. 1.

Q. Limon loessoïde 4 m.

Ox. s. Argile gris-claire et argile schisteuse foncée de l'oxfordien supérieur (séquanien), plus ou moins altérée. ***Belemnites breviaxis***, ***Bel. Panderi***, ***Bel. obeliscoides***. 10 m.

Ox. i. Argile gris clair de l'oxfordien inférieur. *Cardioceras cordatum, Cardioceras tenuicostatum,* ***Belemnites breviaxis,*** *Gryphaea dilatata* etc. 7 m.

Cl. m. Mince lit de conglomérat phosphatique avec ***Belemnites Beaumonti***, *Cosmoceras Gulielmi* et fragments roulés des fossiles calloviens inférieurs (*Cardioceras Chamousetti*, ***Kepplerites*** cf. *Gowerianum*, *Cadoceras* cf. ***Elatmae*** etc.). O. 25—0,50 m.

Cl. i. Sable micacé (3 m.), argile grise (5,5 m.), sable et gravier ferrugineux (4,5 m.), se rapportant probablement au callovien inférieur et très pauvres en fossiles (empreintes de bivalves, fragments de Belemnites).

P. Marnes bigarrées à lits de grès et de calcaire, occupant toute la partie inférieure de la coupe jusqu'au niveau de la Volga (35 m.), en partie cachées sous les éboulements. Vers le sommet de cette série les restes d'*Anthracosiidae*, d'*Estheria* et des écailles des Ganoïdes ne sont pas rares.

Les roches, mises à jour dans la coupe près de Dolinovka, se montrent plusieurs fois dans de petites coupes, le long des Montagnes de Cendre, jusqu'à l'endroit où la haute rive, tournant brusquement vers

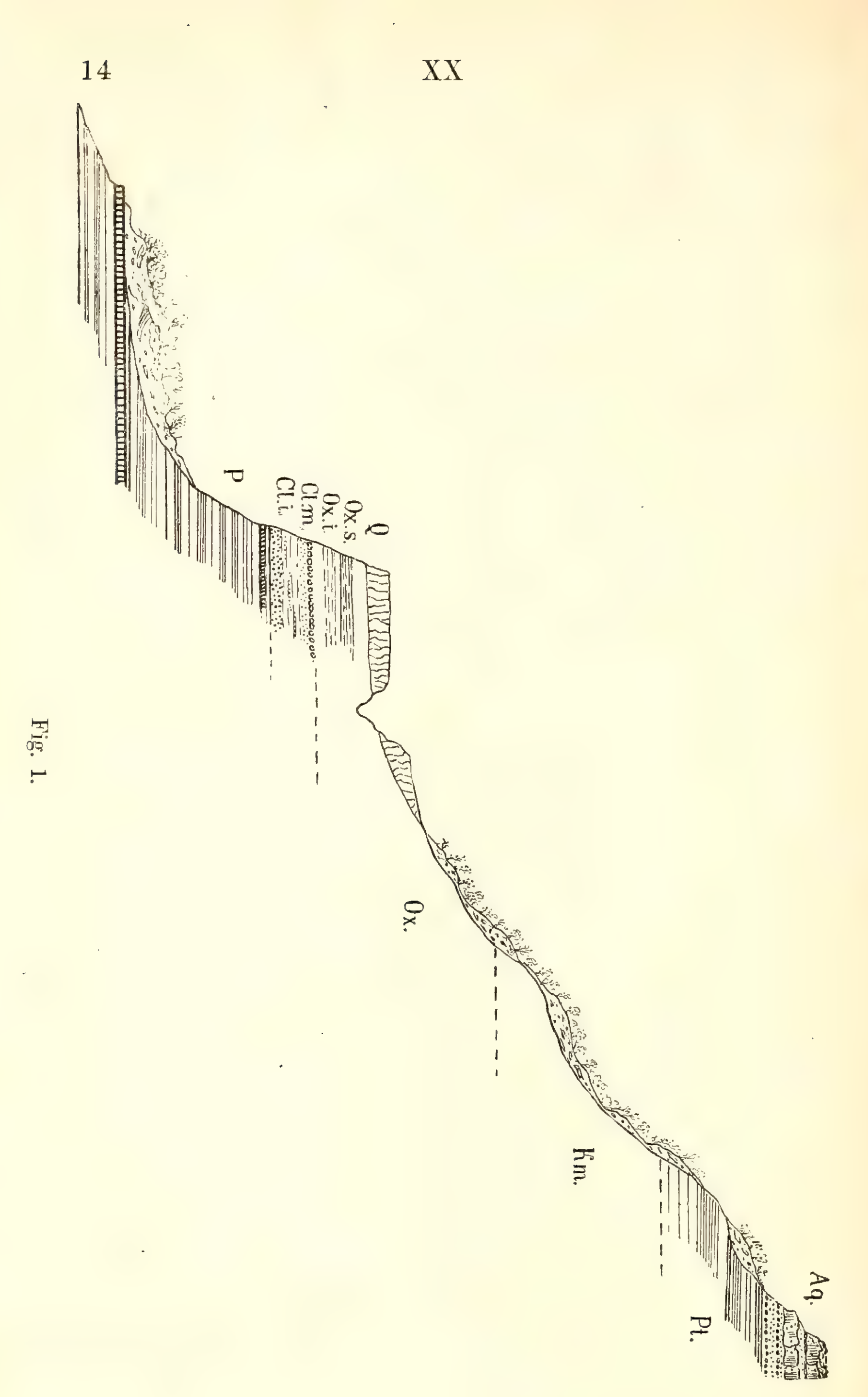


Fig. 1.

l'ouest, s'écarte du lit actuel de la Volga. Dans ces coupes on voit ordinairement les horizons moyens de la coupe de Dolinovka, la base du jurassique et les horizons supérieurs des marnes bigarrées. Déjà à cette distance les horizons inférieurs s'abaissent considérablement et disparaissent sous le niveau de la Volga. A l'extrémité méridionale des Montagnes de Cendre on aperçoit une petite terrasse adossée aux roches anciennes et formée de limon brun jaunâtre.

En partant de ce point, la Volga traverse ces alluvions couvertes de bois et de prairies, tout en se tenant à quelques kilomètres de la haute rive droite. Elle revient vers sa haute rive près des villages d'Oundory et de Gorodichtché. La structure géologique de cette partie de la haute rive, séparée de la Volga comme nous venons de l'expliquer plus haut, a subi quelques modifications: les marnes et les calcaires permiens, les argiles et les sables calloviens et les horizons inférieurs de l'oxfordien ont disparu sous le niveau de la Volga; maintenant apparaissent les argiles grises de l'oxfordien supérieur (séquanien) et du kimmeridgien, les argiles, les schistes bitumineux et les grès du portlandien, le grès et le conglomérat phosphatique de l'aquilonien. Là où la rive est assez élevée, une puissante assise des argiles noires du néocomien supérieur vient couvrir le jurassique. Les coupes près de Gorodichtché atteignant une hauteur de 45—50 m., nous permettent de bien examiner toutes ces couches (v. fig. 2).

Explication de la coupe.

N. s. Argiles noires du néocomien supérieur. *Astarte porrecta, Simbirskites versicolor. Simbirskites Decheni, Simbirskites discofalcatus* etc.

Aq. Grès et conglomérat phosphatique de l'aquilonien. *Craspedites okensis, Craspedites subditus, Belemnites laterales, Belemnites russiensis, Aucella mosquensis, Aucella Fischeri* etc. . . . . . . 1 m.

Prt. g. Portlandien. Sable et grès à rognons phosphatiques avec Ammonites du groupe *A. giganteus, Aucella Fischeri, Belemnites lateralis, Belemnites russiensis* etc. . . . . 0,50 m.

Prt. v^1. Grès glauconieux et ferrugineux conglomérat à rognons phosphatiques. *Virgatites virgatus* et autres Virgatites, *Belemnites absolutus*, épines d'oursins, ossements de reptiles, fragments de bois etc. 1,25 m.

Prt. v. Schistes bitumineux alternant avec l'argile grise. *Virgatites virgatus, Belemnites absolutus, Aucella Pallasi, Discina latissima, Lingula ovalis* etc. . . . . 7 m.

Prt. B. Continuation de la même série argilo-schisteuse ne renfermant plus de *Virgatites virgatus* typique. Ammonites du groupe *A. Bleicheri, Belemnites mag-*

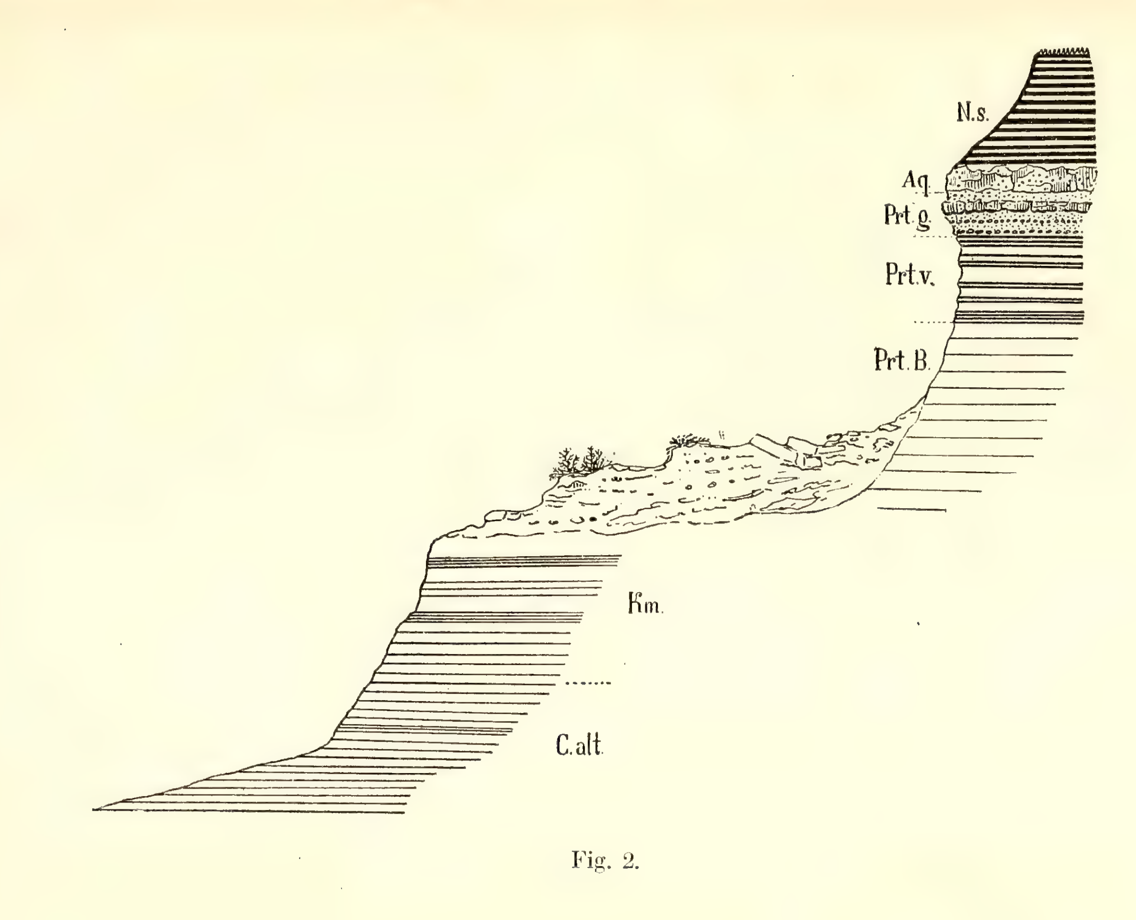


Fig. 2.

nificus, Aucella Pallasi var. *plicata* etc. La plus grande partie de cette assise est ordinairement cachée sous des éboulements. . . . . 10 m.

Km. Kimmeridgien. Série d'argiles gris clair ou foncées, par place bitumineuses. *Hoplites eudoxus, Hoplites pseudomutabilis, Aspidoceras acanthicum, Cardioceras Volgae, Aucella Pallasi* var. *tenuistriata, Aucella Bronni* etc. Dans la partie supérieure de la série *Exogyra virgula.* . . . . 8 m.

C. alt. Argiles gris clair à *Cardioceras alternans, Aucella Bronni, Belemnites breviaxis, Belemnites Panderi* etc. . . . . 8—10 m.

Les coupes se trouvant à 15 kilomètres en aval de Gorodichtché, non loin du village de Polivna, permettent de bien observer les couches supérieures du jurassique à partir des schistes bitumineux à *Virgatites virgatus*, ainsi que l'argile noire du néocomien supérieur à *Astarte porrecta, Simbirskites versicolor, Inoceramus aucella.* Non loin de là, les couches jurassiques plongeant sous la Volga, l'argile noire à *Astarte porrecta* demeure seule dans les coupes de la rive droite.

Près de Polivna, sur les hauteurs de la rive droite, l'argile noire et les sables glauconieux du néocomien supérieur, riches en Belemnites, sont superposés, à la hauteur d'une centaine de mètres, par des schistes bitumineux et des argiles aptiennes à *Hoplites Deshayesi* et grands *Ancyloceras (A. simbirskensis).* Près de Simbirsk ces couches forment la majeure partie de la haute rive droite et au-dessus d'elles apparaissent les sables à rognons phosphatiques, le grès argileux et micacé très fin et riche en radiolaires, et les argiles dures du gault, pauvres en fossiles (G. 2, fig. 3). Toutes ces roches y sont visibles grâce à un grand éboulemenl de la rive droite qui a détruit, sur un espace assez grand, la couverture végétale. Si l'on gravit la hauteur jusqu'au sommet, on pourra remarquer, dans des coupes artificielles. les marnes glauconieuses et siliceuses du turonien. (*T*, fig. 3).

Explication de la coupe 3.

T. Turonien. 4, marne siliceuse; 3, sable glauconieux; 2, marne siliceuse; 1, marne molle avec une bande de rognons phosphatiques noires à la base.

G. Gault. 3, argile dure, noire, marquée de tâches brunes, et argile jaune marquée de tâches noires; 2, grès argileux et micacé, très fin et friable, riche en radiolaires; 1, rognons phosphatiques gris, sable et argiles.

A. Aptien. 2, argile grise à grands *Ancyloceras;* 1 argile, schiste bitumineux, calcaire argileux et sable fin à *Hoplites Deshayesi* et *Am. bicurvatus.*

En aval de Simbirsk, la Volga s'écarte de nouveau de sa haute rive droite et coule à travers des alluvions, non loin de la haute terrasse de la rive gauche, formée de sables et limons quaternaires. La rive droite elle-même s'y abaisse considérablement, de sorte que le turonien et même le gault disparaissent pendant quelque temps, pour

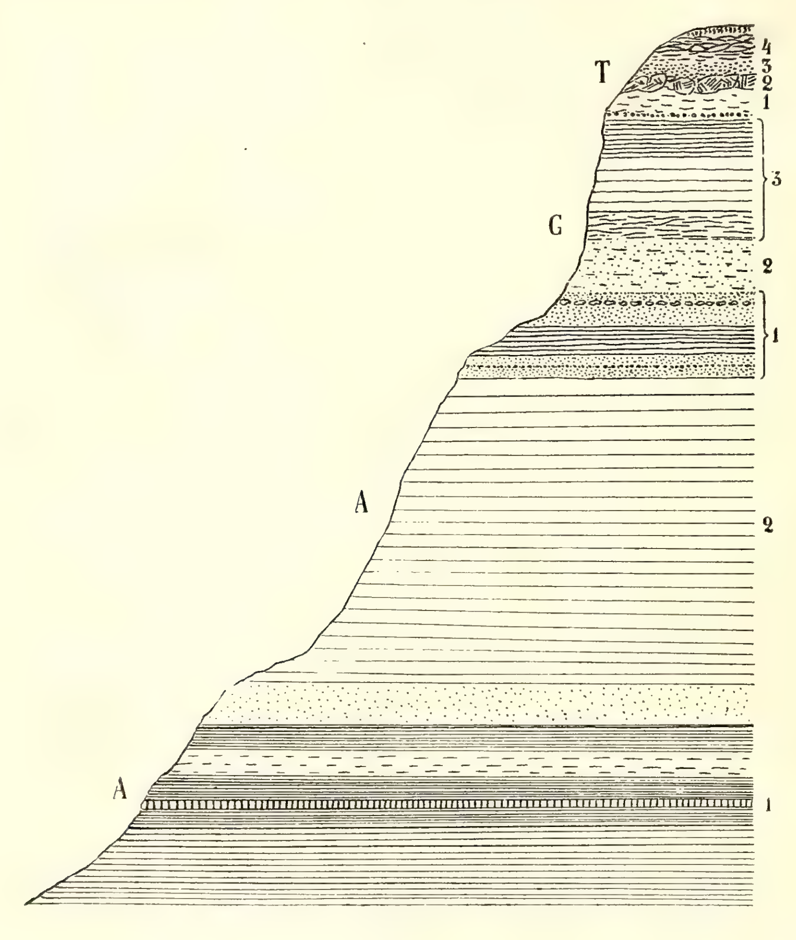


Fig. 3.

réapparaître de nouveau à mi-chemin de Simbirsk à Krémenki. Dans les montagnes entourant Krémenki, visibles de très loin, se détache une longue bande blanche enceignant leurs sommets: c'est la craie turonienne à Inocerames, gisant au-dessus du gault, entre celui-ci et les marnes siliceuses à *Avicula tenuicostata* des sommets.

Les Montagnes de Chilovka, hautes falaises bordant le fleuve en amont de ce village, présentent de bonnes coupes de cette craie à Inocerames et de marnes siliceuses,; grâce à la couleur blanche et

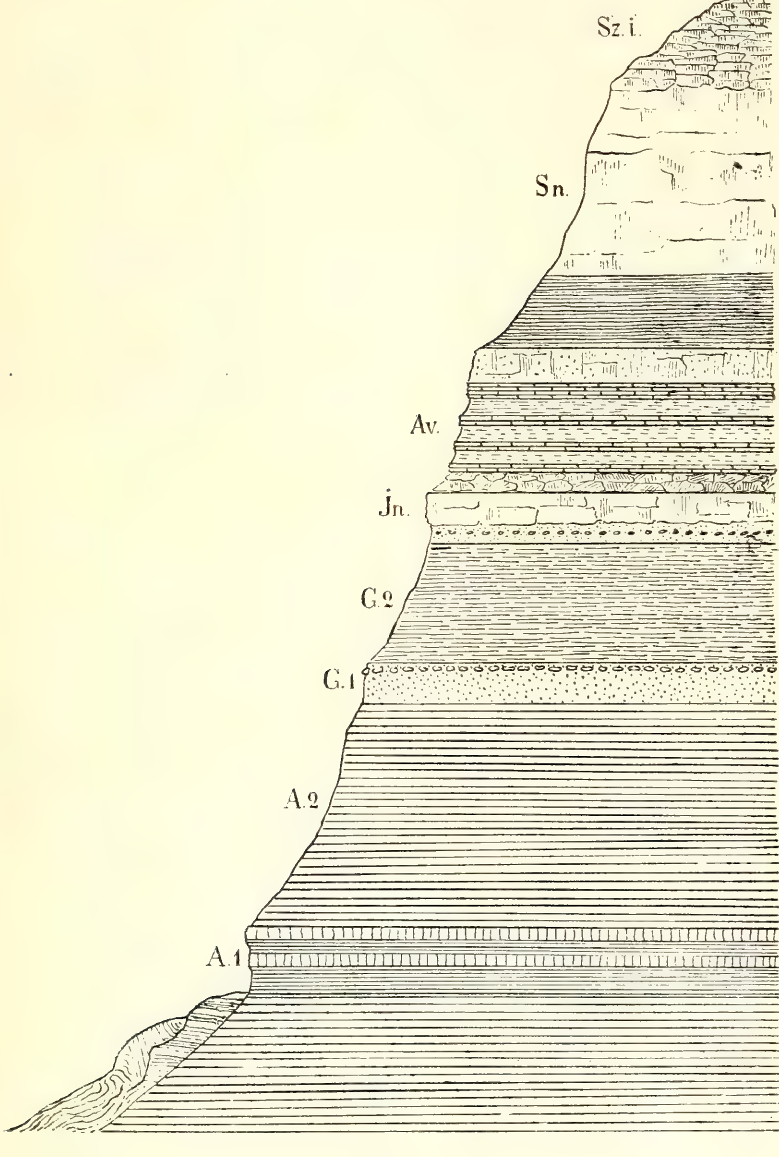


Fig. 4.

grise de leurs sommets, elles frappent l'œil à une distance assez éloignée. Les environs de Chilovka sont encore remarquables par l'apparition de la craie et de l'argile sénonienne au-dessus des marnes siliceuses à *Avicula tenuicostata* (*Sn.* fig. 4) et par le développement des pentes déluviales qui permettent de suivre la formation du loess déluvial; mais les excursionnistes auront à peine le temps de visiter les coupes permettant d'étudier ces dépôts. La planche *A* est destinée à illustrer le phénomène dont il était déjà question dans la première partie de ce guide.

Coupe des roches anciennes des environs de Chilovka. Fig. 4.

Sz. i. Argile siliceuse de l'éocène inférieur.
Sn. Craie blanche à *Belemnitella mucronata*, l'argile foncée et la marne glauconieuse à la base.
Av. Marnes siliceuses à *Avicula tenuicostata.*
In. Craie à Inocerames.
G. 2. Argile dure, pauvre en fossiles, et 1, sable à rognons phosphatiques (gault).
A. 2. Argile à *Ancyloceras* et 1, argile schisteuse et calcaire argileux à *Hoplites Deshayesi.*

La nuit, le bâteau parcourt la partie du fleuve entre Chilovka et Stavropol. A cette distance, par suite du plongement continu des couches vers le sud, la série argileuse du crétacé inférieur diminue peu à peu et disparaît sous la Volga près de Novodévitchié. C'est la craie blanche et les marnes siliceuses qui ont le plus contribué à la formation de la haute rive; cependant les sommets ordinairement boisés de cette dernière se composent d'argile siliceuse et de grès paléogène. Ces roches suivent la Volga jusqu'au village d'Oussolié qui se dresse sur la rive droite en face de Stavropol. Près de ce village s'élève le haut plateau de calcaire paléozoïque, dit Montagnes des Jégouli. (*Pl. B.* fig. 2). Ces montagnes, se prolongeant loin vers l'ouest-sud-ouest (*Pl. B.* fig. 1), imposent une limite à l'extension ultérieure des couches crétacées et tertiaires; ce sont ces montagnes qui déterminent le brusque detour de la Volga vers l'Est et la formation de la presqu'île de Samara.

2-me jour.

A l'aube, le bâteau s'approche de la presqu'île de Samara, puis il longe le bord septentrional (les Jégouli) formé de calcaire à Fusulines, couronné lui-même de calcaire à Schwagerines (*Pl. B.* fig. 2). Le gypse et le calcaire permien n'apparaissent sur les sommets qu'à quelque distance de la rive de la Volga. Plus loin encore, sur le sommet



Fig. 1. Le prolongement occidental des Jégouli.



Fig. 2. Montagnes des Jégouli formant le bord septentrional de la presqu'île de Samara.

boisé du plateau, se trouve un sable micacé ressemblant au sable callovien des Montagnes de Cendre, et parfois imbibé d'asphalte.

Un peu en aval de Chiriaïéwo, la Volga fait un coude vers le sud et franchit le plateau paléozoïque par la Porte de Samara. Le monticule isolé de la rive gauche (le Tzarew Kourgan) et les montagnes du Tiw-Tiaw s'élevant en face de celui-ci sur la même rive de la Volga, mais séparées de ce Kourgan par la rivière Sok, sont aussi du calcaire paléozoïque et apparaissent comme le prolongement transvolgien des Jégouli. Des hauteurs de la rive droite près de Chiriaïéwo on a une vue splendide sur le Tzarew Kourgan, l'embouchure du Sok et les montagnes Tiw-Tiaw.

Dans le calcaire à Fusulines du Tzarew Kourgan M-r Tschernyschew a distingué les horizons suivants, correspondant à ceux du calcaire à Fusulines de l'Oural.

e — Calcaire à Fusulines à *Spiriferina Saranae*, *Productus Villiersi*, *Rhynchopora* sp. etc.
d — Niveau riche en *Bellerophon* et renfermant de grands *Spirifer* et des Cephalopodes.
c — Dolomie riche en *Productus cora*.
b — Calcaire à *Productus scabriculus*. *Camarophoria crumena* *Meekella eximia* etc.
a — Calcaire corallien.

Ces horizons se prolongent sur la rive droite près de Chiriaïéwo, mais il est souvent difficile de les reconnaître tous distinctement. L'horizon inférieur, riche en coraux, est souvent caché sous les éboulis: l'horizon suivant à *Productus cora*, *Productus longispinus*, *Meekella eximia* est plus facile à observer; un troisième horizon à grand *Spiriferes* et *Fusulina Verneuili* n'est ordinairement pas à découvert dans les coupes artificielles, mais on peut l'observer aux pentes raides des montagnes. L'horizon à Schwagerines, gisant encore plus haut, est ordinairement couvert de forêts. Dans les ravins boisés, au sud de Chiriaïéwo, existent déjà le gypse blanc et le calcaire permien à *Phyllopora Ehrenbergi*, *Pseudomonotis speluncaria*, *Bakevellia antiqua*, *Murchisonia biarmica*, *Pleurotomaria antrina* etc.

Dans les montagnes Tiw-Tiaw, et leur prolongement méridional dit Montagnes des Faucons (Sokolii Gory), le calcaire permien s'abaisse et s'approche peu à peu du niveau de la Volga, de sorte que près de Barbachina Poliana, à 13 kilomètres en amont de Samara, il est tout à fait dans les coupes de la rive gauche et plonge sous la Volga. Le calcaire permien est assez varié quant à sa structure (calcaire en dalles, calcaire oolithique, calcaire compact, calcaire bréchiforme et caverneux) et renferme une faune assez riche; parmi les fossiles les plus communs on peut citer: *Modiolopsis Pallasi*, *Arca Kingiana*, *Nucula Beyrichi*, *Schizodus obscurus*, *Productus Cancrini* etc.

Les hauteurs de la rive droite s'éloignent de la Volga en aval de la Porte de Samara et font place aux dépôts quaternaires et aux allu-

vions de la Volga. En aval de Samara, les alluvions forment les deux rives du fleuve jusqu'au village Bogorodskoïé. De ce village et jusqu'à la station Ekaterinovka, la Volga baigne le côté sud moins élevé du plateau paléozoïque formant la presqu'île de Samara. Cette pente sud du plateau est formée comme que la rive gauche de la Volga en amont de Samara, de calcaires permiens, le calcaire carbonifère plongeant sous le niveau du fleuve. Dans les ravins découpant la pente méridionale du plateau et dans les coteaux qui les divisent, on peut observer une mince assise de marnes bigarrées permiennes ainsi que les argiles, les sables et les grès jurassiques (calloviens) qui la surmontent; par places, on constatera même les restes altérés des horizons supérieurs du jurassique; mais toutes ces couches ne sont pas visibles dans les coupes littorales de la Volga. Dans la série des calcaires permiens, le plus grand rôle appartient aux calcaires bréchiformes et caverneux se trouvant à la base du permien; ils forment les rochers du rivage entre les villages de Vinnovka et d'Ermatchikha.

En aval d'Ekaterinovka la Volga s'écarte encore une fois de la haute rive droite et traverse les alluvions boisées. Près de Péréwoloka elle revient de nouveau vers la haute rive qui y conserve les mêmes traits caractéristiques. Près de Petcherskoïê l'inégalité de l'érosion du calcaire permien a causé la formation des cavernes (pechtchéry) du rivage: de là le nom du village. Entre Petcherskoïé et le pont du chemin de fer près de la mine de goudron de la compagnie de Syzran-Petcherskoïé, le calcaire carbonifère ressort de dessous du permien; mais le contact des deux systèmes est plus visible à quelques kilomètres en aval, où les horizons supérieurs du carbonifère, riches en Schwagerines, sont plus élevés.

Toute cette partie de la rive droite, en aval de Petcherskoïé, renferme d'importants gisements d'asphalte qui pourront être examinés par les participants à l'excursion. L'asphalte y remplit les cavités entre les blocs de calcaire bréchiforme du permien, comme on peut le constater dans la mine „Réussite“ (Oudatcha), appartenant à la Société de Syzran, ou bien il pénètre plus ou moins abondamment toute la masse du calcaire, ce qui a lieu surtout quand ce dernier est friable ou oolithique. L'âge géologique de la roche, l'abondance ou le manque de fossiles, n'ont aucun rapport avec la présence de l'asphalte; ainsi, dans la mine „Espérance“ (Nadejda), appartenant à la compagnie de Syzran-Petcherskoïé, et se trouvant en aval de la première, on exploite un horizon inférieur au calcaire bréchiforme de la première mine, calcaire à asphalte à *Meekella striatocostata* Cox, *Trachydomia Wheeleri* Swall., *Allorisma subcuneata*, Meck. et Hayd., *Loxonema tricincta* Sibirtz., *Pleurotomaria granulo-striata* M. et H. fossiles indiquant l'âge carbonifère de la roche. Ce calcaire, encore au-dessous de la Volga près de la mine „Réussite“, à proximité de la mine „Espérance“, forme déjà la partie inférieure de la coupe du rivage. Presque toute la masse de ce calcaire est imbibée d'asphalte, mais assez inégalement. Les parties très riches en bitume traversent assez irrégulièrement les parties

qui en sont moins riches, et les limites entre les unes et les autres ne sont pas très nettes; on dirait que la matière bitumineuse, en s'infiltraut dans la masse de la roche, a cherché la direction où la résistance était la moindre. Ce calcaire riche en asphalte est recouvert de calcaire permien, bréchiforme à sa base (v. fig. 5); il devient ensuite plus compact, mais brisé en blocs et passe vers le sommet au calcaire marneux distinctement stratifié; ce dernier renferme des rognons du calcaire plus compact, riche en fossiles permiens. Tous ces différents horizons du permien sont nodulés et veinulés d'asphalte. Ces conditions de gisement, ainsi que la présence de l'asphalte au nord de la presqu'île de Samara, dans une roche d'un autre âge et d'une autre composition pétrographique (sable du callovien inférieur), semblent démontrer que la matière bitumineuse a pénétré du dehors, se répandant dans les roches selon leur structure et leur degré de perméabilité. Le rapport intime entre les gisements d'asphalte de la presqu'île de Samara et la faille à laquelle cette presqu'île a dû son existence, de même que la présence de naphte dans la bande formant le prolongement transvolgien des Jégouli, porte à croire que c'est par les fissures de cette dislocation que la naphte et le bitume se sont élevés des régions profondes.

Explication de la coupe. Fig. 5.

Q. Limon et conglomérat quaternaire 1,50 m.

a—d Permien; *a)* calcaire marneux avec concrétions renfermant la faune permienne; *b)* calcaire en dalles avec nodules d'asphalte, 6 m.; *c)* calcaire non stratifié, fendu en blocs. 8 m.; *d)* calcaire bréchiforme pénétré d'asphalte. 4 m.;

A. Calcaire dolomitique imbibé d'asphalte, couronnant le calcaire à Schwagerines et s'élevant à la hauteur de 5 mètres audessus du chemin de halage.

A 5 kilomètres en aval de la mine „Espérance", les couches à Schwagerines du calcaire carbonifère et les horizons inférieurs du permien sont facilement observables. Le calcaire à Schwagerines est imprégné d'asphalte; celui-ci se retrouve aussi par petites masses et veinules dans tous les différents niveaux du carbonifère et du permien. Les couches carbonifères supérieures, renfermant de l'asphalte, se continuent jusqu'au village de Kostytchi; près de l'extrémité d'amont de ce village on a découvert dans une coupe artificielle, au niveau de la Volga, le calcaire à Fusulines dont toute la masse est imbibée d'asphalte.

Non loin de l'extrémité d'amont de Kostytchi, s'élève une montagne qui permet de constater distinctement le recouvrement du calcaire à Schwagerines par les sables et les argiles du callovien inférieur. Le callovien y couvre la surface érodée du calcaire carbonifère et entre dans les enfoncements du calcaire. Le sable micacé formant la base du callovien renferme des concrétions de grès, de même que le sable asphaltifère du même âge qui revêt le calcaire paléozoïque au

nord de la presqu'île. Il est à noter que le sable callovien près de Kostytchi, lui aussi, renferme par ci par là de petits lits de grès bitumineux.

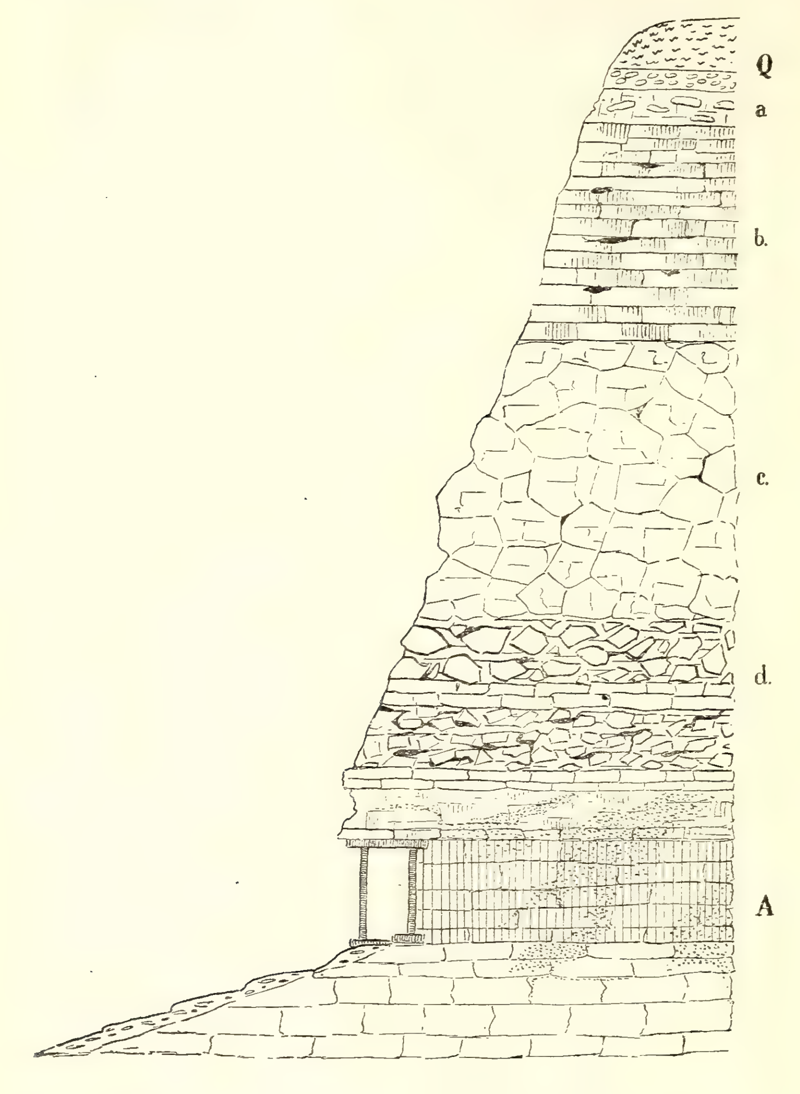


Fig. 5. Coupe des couches près de la mine „Espérance“.

De ce point, sur un parcours de 10 kilomètres, la rive droite de la Volga est formée d'argiles grises calloviennes, oxfordiennes et kimmeridgiennes; dans les endroits les plus élevés de la rive, les étages port-

landien et aquilonien se sont encore conservés. La haute rive droite, formée de ces couches, est découpée en une série d'amphithéâtres ouverts sur la Volga et s'élevant à quelque distance de son lit. Le pied des hauteurs est formé par des éboulements de ces roches sur lesquels sont disposés les deux grands villages de Batraki et de Kostytchi. A la base des éboulements, près du lit même de la Volga, réapparaît encore le calcaire à Fusulines qui cependant disparaît totalement entre Kostytchi et Batraki. Non loin de là, en amont de Syzran, le lit principal de la Volga s'écarte un peu de l'ancienne rive qui s'y abaisse considérablement, de sorte que dans les coupes le long de l'ancien lit on voit seulement le callovien et le quaternaire, (graviers, sables et limons). Cependant près de la ville de Syzran (à son extrémité sud-ouest) le calcaire à Fusulines, épargné par l'érosion, émerge de nouveau, pour s'enfoncer bientôt sous les couches jurassiques, qui, à peu de distance de Syzran, près du village Obrastsowoïé sont couvertes par le néocomien.

A partir de Kachpour, la Volga baigne de nouveau l'ancienne rive et permet d'observer dans des coupes bien nettes les étages supérieurs du jurassique et les inférieurs du crétacé. Il n'y a qu'un point près de l'église, où un petit lambeau du crétacé supérieur s'est bien conservé.

La coupe suivante (fig. 6) montre la succession des couches près de Kachpour:

N. smb. Très puissante assise d'argile noire à *Simbirskites versicolor.*

N. sq. Grès friable gris verdâtre à *Belemnites subquadratus* (1 m.) et argile schisteuse gris foncé, plus ou moins sableuse et pauvre en fossiles (2—3 m.).

N. pl. Conglomérat phosphatique (0,20 m.) et sable jaune (0,25 m.) représentant la zone supérieure du néocomien inférieur boréal (petchorien). *Polyptychites Keyserlingi, gravesiformis, Beani, Belemnites lateralis, subquadratus, Aucella piriformis, crassicolis.*

N. vg. Grès friable et conglomérat de fossiles (0,90 m.) formant la zone inférieure du néocomien inférieur boréal. *Ammonites* cf. *spasskensis, Belemnites lateralis, subquadratus, Aucella volgensis, Keyserlingi.*

Aq. Sable vert (0,25 m.) et schiste bitumineux pauvre en fossiles, représentant peut-être la zone supérieure de l'aquilonien.

Aq. k. Marne passant au sable et au conglomérat de fossiles (1 m.). *Ammonites kaschpuricus, subclypeiformis, Belemnites lateralis, russiensis Aucella Fischeri* etc.

Aq. s. Marne grise glauconieuse et sableuse (3 m.). *Ammonites subditus, okensis, catenulatus, Belemnites lateralis, mosquensis, russiensis, Aucella Fischeri* etc.

Pt. g. Marne sableuse et grès vert à rognons phosphatiques avec ammonites du groupe *A. giganteus, triplicatus* (0,70 m.).

Pt. v. Congloméıat phosphatique, schistes bitumineux et argiles grises à *Virgatites virgatus*, *Belemnites absolutus*, *Discina latissima* etc. (3 m.).

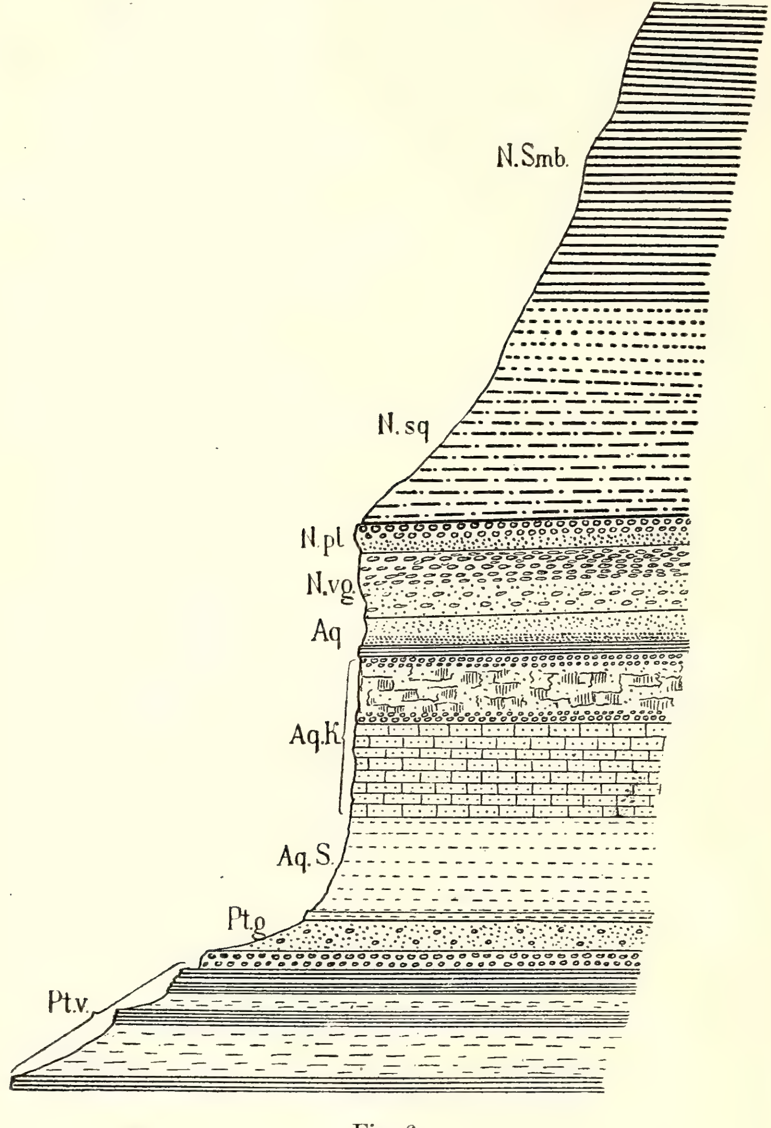


Fig. 6.

A 9 kilomètres en aval de Kachpour, la Volga s'éloigne de la haute rive droite et coule dans les alluvions sur un parcours de 30 ki-

lomètres. A partir de ce point, jusqu'à Volsk et même plus en aval, le bâteau vogue de nuit. A la base des coupes de cette rive droite se trouvent des argiles, des sables et des grès aptiens et au-dessus d'eux les roches crétacées supérieures qui, dans les parties les plus élevées de la haute rive, sont couronnées des sables et des grès éocènes. Le crétacé supérieur est bien développé aux environs de Khwalynsk. Entre cette ville et le village Alexéevka, la craie, surmontée par des sables éocènes, forme un petit plateau à sommet boisé, capricieusement découpé par l'érosion. (Les conditions tectoniques de ce pays ont été indiquées dans la première partie de ce guide).

Près de Volsk le crétacé inférieur disparaît sous la Volga et le crétacé supérieur avec les grès et les argiles siliceuses tertiaires reste, seuls dans les falaises.

3-me jour.

Le matin du 3-me jour le bâteau suit la rive droite entre Volsk et Baronsk. Au commencement de ce trajet, la craie occupe encore une grande partie des coupes, mais elle diminue peu à peu et, à 10 kilomètres de Volsk, la limite supérieure de la craie s'abaisse assez vite. Entre Rybnoïé et le ravin Séménovsky, on peut suivre du bâteau cette limite qui fait une ligne onduleuse tantôt s'élevant tantôt s'abaissant et même disparaissant sous la Volga.

La coupe suivante (fig. 7), prise près du ravin Séménovsky en aval de Grodnia, montre la succession suivante des couches:

Sz. i. Assise puissante d'argile siliceuse jaunâtre à *Nodosaria raphanistrum, Trochocyathus calcitrapa, Nucula proelaevigata* etc.

D. Grès micacé gris et argile plus ou moins [siliceuse passant à la base au grès micacé et glauconieux à *Nautilus Danicus* (Glauconie de Grodnia). 15—16 m.

Sn. Craie blanche.

La craie reste encore quelque temps à la base des coupes et enfin disparaît près du second ravin en aval de Séménovsky. L'épaisseur des argiles siliceuses passant dans leur partie supérieure au grès fin argilo-ciliceux augmente considérablement et atteint 60 m.; au contraire, la limite supérieure du grès micacé de la base de la coupe précédente s'abaisse vers la Volga et se cache à mi-chemin du ravin de Séménovsky au village Voskressenskoïé.

Aux sommets des coupes, au-dessus de l'argile siliceuse, se trouve par place un dépôt peu épais d'argile siliceuse désagrégée et mélangée de sable à blocs de grès quartzeux. Dans quelques ravins (par ex. dans le Koldomassow), on voit des dépôts quaternaires emboîtés dans le paléocène. Ce sont les limons, les argiles et les graviers ayant entre eux des rapports assez compliqués et appartenant probablement aux dépôts aralo-caspiens.

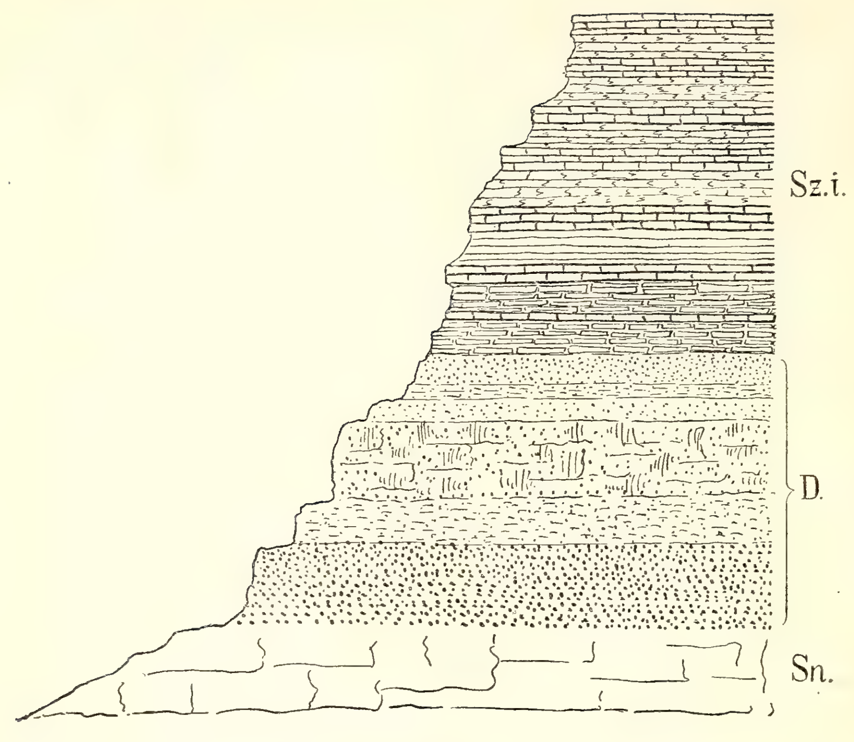


Fig. 7.

A peu de distance en amont de Baronsk s'éléve, à 35 m. d'altitude, une montagne, dite Tchiriew, permettant d'observer les deux assises de l'étage de Syzran assez riches en fossiles, et la base de l'étage de Saratow qui en est pauvre (fig. 8).

K. Sable à blocs d'argile siliceuse et de grès quartzeux (18 m.).

Sr. Sable micacé gris-verdâtre (11 m.) et sable micacé passant au grès friable (11 m.).

Sz. s. Grès micacé glauconifère à grains très fins (25 m.) et grès gris et gris verdâtre à taches brunes (18 m.). *Ostraea* sp. aff. *Queteleti* Nyst., *Cardium semidecussatum* v. Koen., *Pholodomya cuneata* Sow., *Cucullaea volgensis* Barb., *Turritella* sp. n. aff. *Mariae* Br. et Corn., *Turritella* sp. n. aff. *montensis* Br. et Corn. — *Nucula Bowerbanki* Morris, *Cyprina* cf. *Morrisi*, *Natica* sp. etc.

Sz. i. Argile siliceuse bleuâtre et jaunâtre (à peu près 60 m.). *Nodosaria raphanistrum* Lin., *Trochocyathus calcitrapa* v. Koen., *Nucula* cf. *densistria* v. Koen., *Nucula praelaevigata* Wood, *Dentalium rugiferum* v. Koen., *Scalaria crassilabris* v. Koen., *Natica detrita* v. Koen.

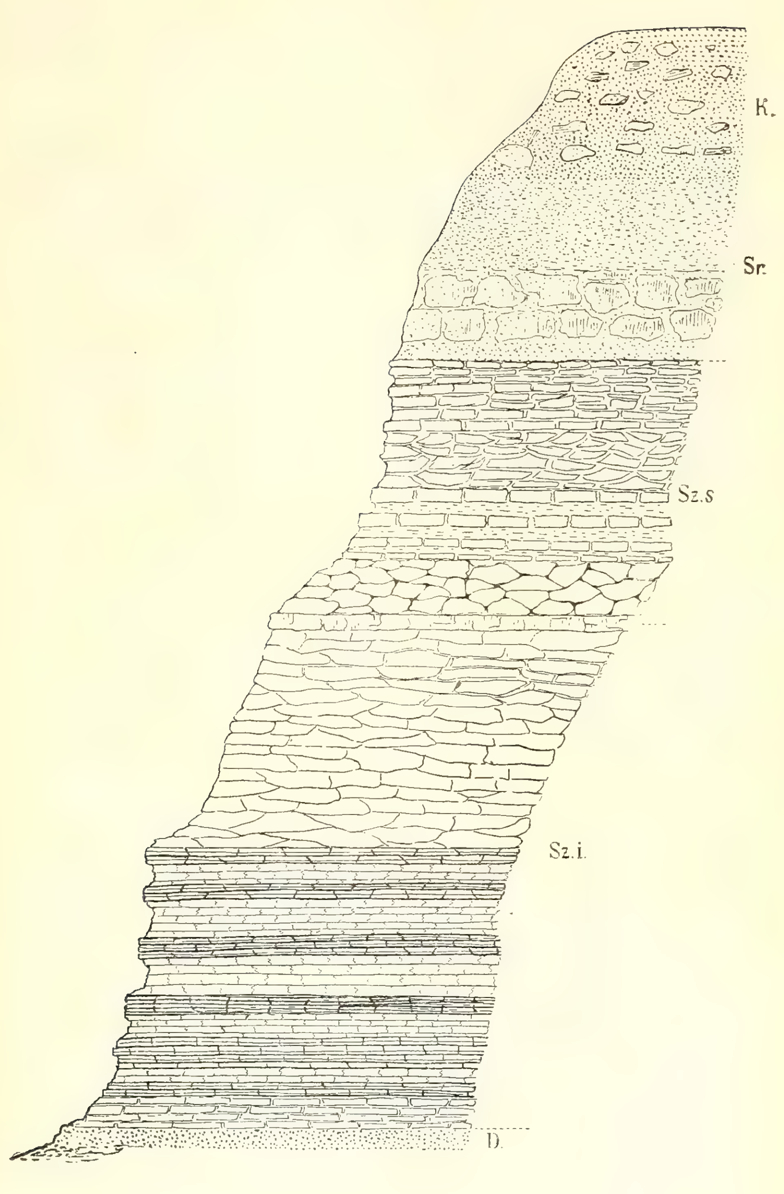


Fig. 8.

A la base de la coupe ressort le grès glauconieux D (Glauconie de Grodnia).

En aval de Baronsk la Volga entre dans les alluvions et coule en s'éloignant de la haute rive; près du village Pristannoïé elle s'en rapproche momentanément et baigne les roches anciennes. Puis elle entre de nouveau dans les alluvions qu'elle suit jusqu'à Saratow.

Près de Pristannoïé, la rive, s'élevant de 88 m., est composée de sables et de grès pauvres en fossiles et présentant quelque similitude avec ceux qui forment le sommet de la montagne Sokolowa près de Saratow. Seulement, assez loin de la Volga, au sommet d'une montagne de 126 m., située à 1 kilomètre environ au nord du village, apparaîssent la marne crétacée supérieure à phosphorite et le grès de l'assise inférieur de l'étage de Saratow riche en fossiles.

La ville de Saratow est disposée sur une terrasse de la rive droite formée de roches crétacées inférieures, d'argiles et de sables micacés de l'aptien et du gault. Du côté nord de la ville et tout près de la Volga se trouve la montagne Sokolowa (Pl. C, fig. 1), formée en partie du quaternaire et principalement de l'aptien. Elle est remarquable par ses éboulements dont le plus intéressant a eu lieu en 1884 (Pl. C, fig. 2). Grâce à ces éboulements la montagne offre du côté de la Volga des coupes bien distinctes.

Du côté occidental de la ville s'élève la montagne Lyssaïa (Montagne Chauve)—v. Pl. D, fig. 1—dont la partie inférieure est composée de roches crétacées supérieures (principalement turoniennes et sénoniennes) et la supérieure de roches éocènes (fig. 9). Le pied de la montagne est formé par les masses énormes des produits de la désagrégation des roches constituant la montagne, masses lavées par les pluies et les courants provenant de la fonte des neiges; c'est une brèche friable d'origine déluviale (Pl. D, fig. 2).

Explication de la coupe fig. 9.

Sr. Grès siliceux et glauconieux en petits blocs alternant avec du sable micacé, et grès micacé gris verdâtre; le grès micacé renferme *Cucullaea volgensis* Barb., *Cardita volgensis* Barb., *Turritella* sp. n. aff. *Marriae*, Br. et Corn. et autres fossiles caractérisant le niveau inférieur de l'étage de Saratow.

Sz. s. Grès micacé gris jaunâtre à *Cyprina* cf. *Morrisi*, *Ostraea* aff. *Queteleti* etc.

Sz. i. Argile siliceuse gris bleuâtre et jaune à *Nodosaria raphanistrum*, *Trochocyathus calcitrapa* etc.

Sn. Marne molle gris clair à *Belemnitella mucronata*, *Ostraea vesicularis* etc., passant au sommet à l'argile et au sable glauconieux.

Av. Marnes siliceuses avec un lit du grès glauconieux. *Avicula tenuicostata* Roem. et autres.



Fig. 1. Montagne Sokolowa près de Saratow



Fig. 2. Eboulement du bord oriental de la montagne Sokolowa en 1884



Fig. 1. Montagne Lyssaia près de Saratow.



Fig. 2. Pente déluviale de la montagne Lyssaia.

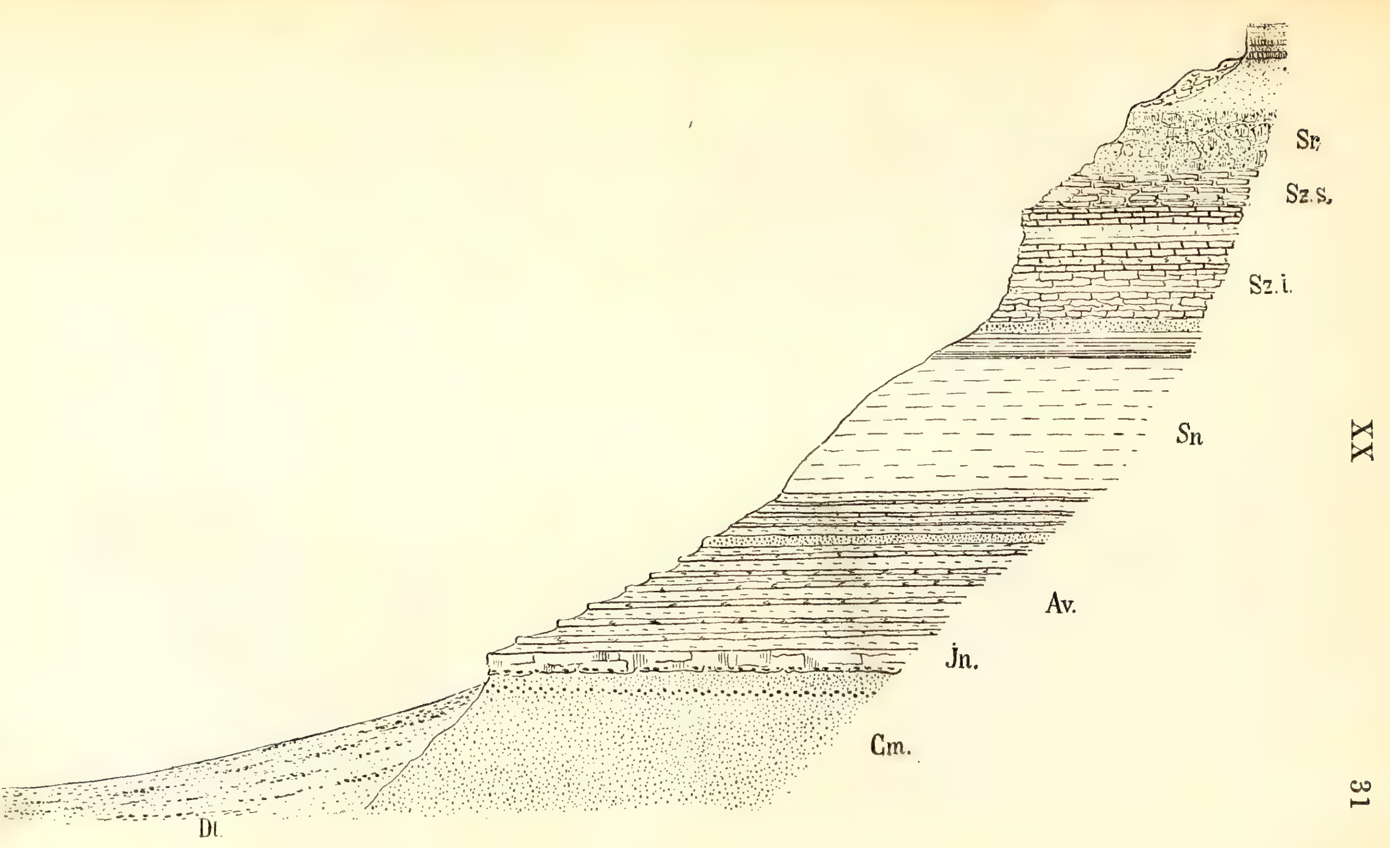


Fig. 9.

In. Calcaire marneux à rognons phosphatiques riche en éponges et en Inocerames.
Cm. Sable à rognons phosphatiques riche en poissons et passant au sable jaunâtre plus fin.

En aval de Saratow le bâteau continue sa route pendant la nuit pour arriver le lendemain matin à Troubino. Cette partie de la rive droite est formée de roches du crétacé inférieur, du crétacé supérieur et de l'éocène. Les roches crétacées ressortent dans les coupes du rivage: l'éocène constitue les hauteurs se trouvant à une certaine distance de la Volga. Le crétacé inférieur ne se montre qu'entre Saratow et Nesviétaevka; en somme c'est le crétacé supérieur qui prédomine dans les coupes. Entre Zolotoïé et Troubino (espace que l'on franchira au point du jour), la partie inférieure de la rive droite est formée de craïe turonienne à Inocerames; dans la supérieure les argiles noires et les couches argilo-siliceuses grises et jaunâtres se succèdent formant une série panachée à laquelle l'érosion a donné un aspect assez bizarre.

4-me jour.

Le matin du 4-me jour le bâteau se trouve près du village Troubino. En s'approchant de ce village, la craie turonienne à Inocerames s'élève peu à peu et la série des marnes siliceuses s'amincit, tandis que les sables sénomaniens surgissent de dessous la craie et forment la moitié inférieure des coupes (fig. 10).

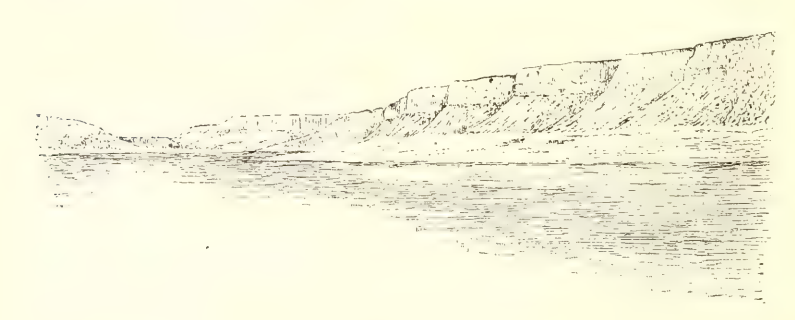


Fig. 10.

La coupe près de Troubino (Pl. E, fig. 1) offre un cas intéressant de l'érosion des roches anciennes et du comblement, par le déluvium. des inégalités de la surface érodée provenant de la désagrégation des hauteurs voisines qui se composent de roches sénonienes et éocèns.

En aval de Troubino la craie turonienne à Inocerames est remplacée par la brèche déluviale (peut-être en partie fluvio-glaciale), mais bientôt elle réapparaît (Pl. E, fig. 2) et forme la partie supérieure de la coupe, laissant voir les formes bizarres de l'érosion contemporaine.



Fig. 1. Falaise près de Troubino montrant le ravinement des couches crétacées comblé et nivelée par le déluvium.



Fig. 2. Falaises en aval de Troubino formées des sables sénomaniens couronnés par la craie à Inocérames.

Les sables et les grès cénomaniens formant la base de la coupe renferment des lits de rognons phosphatiques et une assez riche faune dont les représentants les plus caractéristiques sont: *Schloenbachia varians* Sow., *Schloenbachia Coupei* Brong., *Belemnitellaplena* Blainv., *Avellana cassis* d'Orb., *Trigonia Pavlowi* Strem., *Inoceramus latus* Mant., *Pecten virgatus* d'Orb. *Ostraca conica* d'Orb.; la dernière forme est la plus fréquente et forme par place des bancs continus.

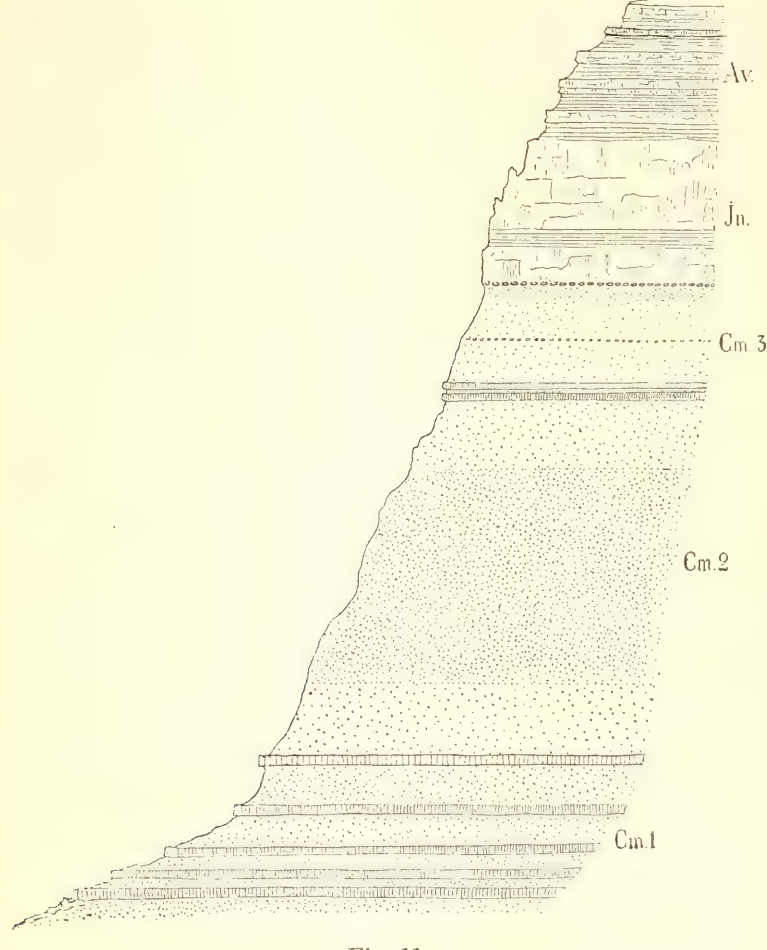


Fig. 11.

Explication de la coupe en aval de Troubino fig. 11.

Av. Marnes siliceuses.

In. Craie à Inocerames avec un lit d'argile. (*Inoceramus Brongniarti*

Sow. à la base, *Inoceramus lobatus* Münst. et *cardissoides* Goldf. dans les horizons supérieurs passant aux marnes siliceuses).

Cm. 3. Sable gris verdâtre avec rognons phosphatiques et petit bancs de grès.

Cm. 2. Sable gris verdâtre plus foncé.

Cm. 1. Sable verdâtre avec lits de grès riche en fossiles cénomaniens.

Les coupes conservent ce caractère jusqu'à la station Bannovka et même jusqu'à 12 kilomètres en aval de celle-ci, seulement la puissance de la série sableuse à la base des coupes diminue, les coupes deviennent moins hautes et les marnes siliceuses n'y sont plus visibles.

Dans la montagne Dourmanskaïa, en amont de Danilovka, le crétacé supérieur ne remplit que la partie inférieure de la coupe (à peu près 20 m.); le reste de la montagne est formé d'argiles siliceuses éocènes, très pauvres en fossiles.

Entre Danilovka et Chtcherbakovka on constate dans les coupes une épaisse série du crétacé supérieur, dans laquelle des couches sableuses, argileuses et marneuses, en partie silicifiées, se succèdent les unes aux autres. Cette série, pauvre en fossiles, est couronnée par les argiles siliceuses de l'éocène.

Près de Chtcherbakovka la limite supérieure du crétacé s'abaisse, et à un kilomètre en aval de cette station, dans la coupe pittoresque, dite Stolbitchi (Pl. F) on ne remarque plus guère que des argiles siliceuses jaunes et bleuâtres à la base (assise inférieure de l'étage de Syzran), du grès micacé gris jaunâtre dans la partie moyenne (assise supérieure du même étage et du grès micacé gris clair dans la partie supérieure; ce dernier représente la base de l'étage de Saratow, dont les couches supérieures n'y sont pas développées typiquement. Dans un peti ravin découpant la partie d'aval de Stolbitchi, on peut observer la base du tertiaire (grès glauconieux) et l'argile grise représentant l'horizon supérieur du crétacé.

La rive droite de la Volga, en aval de Stolbitchi, conserve essentiellement le même caractère jusqu'à la ville de Kamychin.

Les environs de Kamychin sont intéressants par leur développement de grès quartzeux renfermant des empreintes de feuilles d'arbres révélant l'existence, vers la fin de l'éocène inférieur, d'une flore offrant des rapports intimes avec la flore héersienne de Gelinden, mais réprésentant un horizon stratigraphique plus élevé. Ce grès forme deux montagnes isolées (dites Ouchi) s'élevant au milieux de la steppe sablonneuse à 8 kil. de la ville (v. l'aperçu stratigraphique). Les participants à l'excursion n'auront pas le temps de visiter ce gisement.



Falaises des Stolbitchi en aval de Chtcherbakowo.



5-me jour.

Le dernier jour de l'excursion géologique le bâteau va franchir la distance entre Kamychin et Tzaritsyn. La première partie du trajet entre Kamychin et Balykléi se fera probablement de nuit.

Le changement dans la structure des escarpements entre ces deux derniers points consiste en ce que les argiles siliceuses de l'étage de Syzran et parfois même le grès micacé et glauconieux du même étage disparaissent sous le niveau de la Volga, tandis que le grès tendre et le sable de l'étage de Saratow qui formaient les sommets de Stolbitchi s'abaissent jusqu'au pied des falaises. De grandes concrétions du grès calcaire, plus ou moins glauconieux, se développent à ce niveau. Ces concrétions qui font saillie sur les falaises sont disséminées à leur base, leur donnant un aspect particulier (v. *Pl. G.).* A la partie supérieure des hauteurs riveraines se développe une série sableuse et gréseuse, intercalée à sa base de couches d'argile noire; c'est la série supérieure de l'étage de Saratow. Elle est pauvre en fossiles; les plus communs sont des dents de squales.

Par endroits, les roches tertiaires s'écartent plus ou moins du rivage, qui est alors composé d'argiles aralo-caspiennes associées à des sables.

Le point le plus curieux de cette partie de la rive droite de la Volga se trouve près de la stanitza (nom des bourgs cosaques) d'Alexandrovka. Près de la stanitsa elle-même et à un demi-kilomètre en amont, les dépôts aralo-caspiens forment une terrasse adossée aux roches tertiaires. En aval de la stanitsa, entre celle-ci et Souwod, on observe la coupe suivante des roches tertiaires (fig. 12):

K. Sables à blocs de grès quartzeux.

Sr. s. 2. Sable micacé et glauconieux (11 m.) et argiles grises et noires, alternant avec l'argile siliceuse (13 m.).

Sr. s. 1. Sable et grès quartzeux, plus ou moins glauconieux, à dents de squales (6 m.).

Sr. i. Sable blanc et verdâtre glauconieux et argileux, avec lits du grès friable (7 m.) et sable jaune à concrétions du grès dits „Karavaï“ (16 m.).

Sz. s. Grès argilo-micacé avec bancs d'huîtres. Près de Souwod il devient plus argileux et siliceux (5 m.).

Les trois kilomètres suivants présentent un intérêt particulier. Les roches qui viennent d'être décrites disparaissent brusquement de la falaise pour se montrer encore à trois kilomètres plus loin avec les mêmes caractères pétrographiques et paléontologiques. L'intervalle entre ces deux points est occupé par des couches tertiaires plus récentes (partie supérieure de l'étage de Tzaritsyn), différent de tout ce qu'on a observé jusqu'à présent, et surmontées des dépôts quaternaires non marins, assez divers quant à leur aspect et leur mode de formation.

Les couches tertiaires formant la base de la falaise sont:

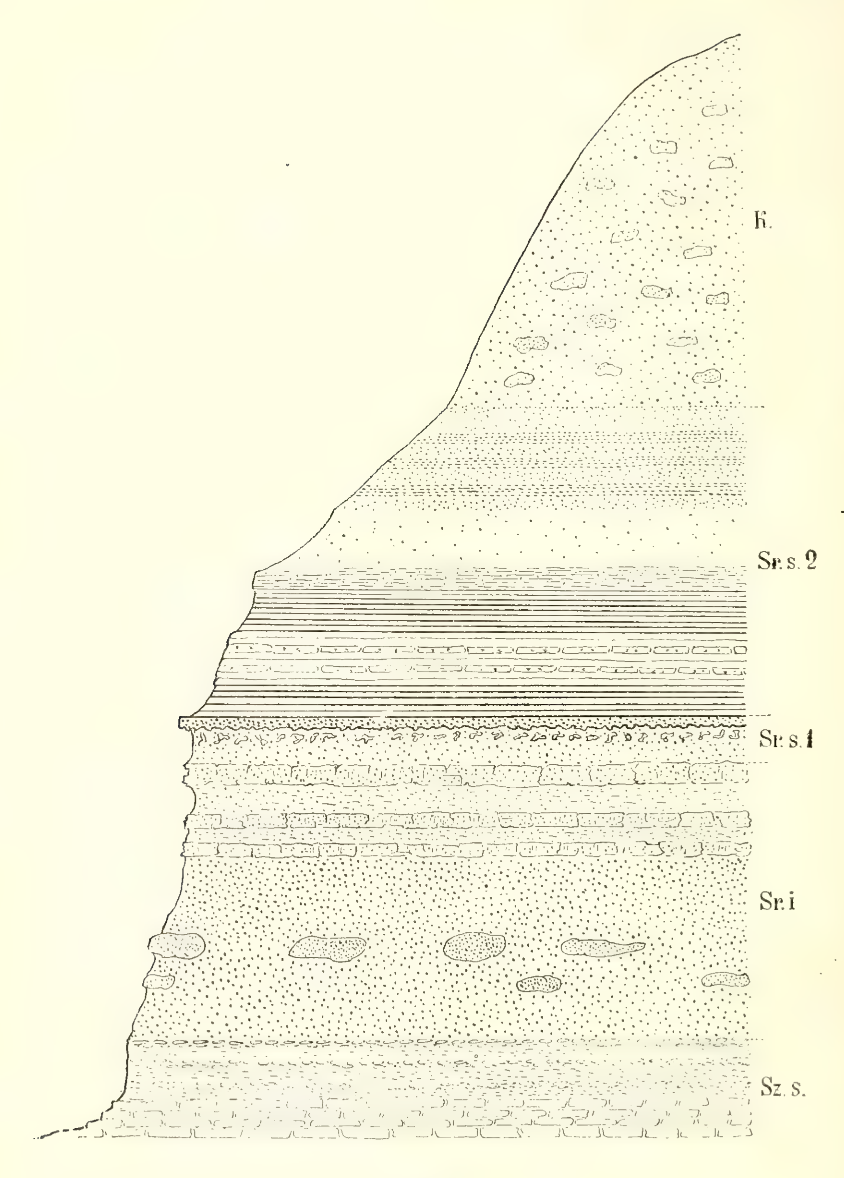


Fig. 12.



Fig. 1. Bord de la Volga entre Alexandrovka et Proléika montrant les marnes blanches et les argiles quaternaires effondrées entre les sables de l'etage de Saratow.



Fig. 2. Limite entre l'argile quaternaire (à gauche) et les sables de l'étage de Saratow (à droite) formant le bord septentrional de l'effondrement.

Argile schisteuse noire et gris brunâtre, riche en écailles de *Meletta* et restes plus complets de ce poisson. Epaisseur variable, ne dépassant pas deux mètres.

Marne blanche à rognons phosphatiques. On y trouve les restes mal conservés d'une certaine huître, des dents de squales et des Foraminifères (2 m.).

Sable jaune micacé à dents de squales. (Epaisseur visible 3 m.).

La *Pl. H.*, fig. 1 montre cette partie de la rive droite un peu moins élevée et se trouvant entre deux falaises plus hautes. Les marnes blanches à la base de la série sont visibles près de l'endroit où se trouve le bâteau.

Les couches quaternaires recouvrant cette série changent bien des fois de caractère sur ce petit intervalle. Ainsi, dans la partie d'amont de cette coupe, près de Souwod, l'argile à *Meletta* est détruite et la marne blanche est surmontée de sable blanc à stratification diagonale avec quelques petits lits de gravier; puis vient une argile sableuse brun rouge avec de très rares blocs de grès quartzeux et glauconieux et de petits fragments d'autres roches. Cette assise porte le caractère de la moraine locale. Elle se détache nettement des sables et des grès éocènes formant la falaise d'Alexandrovka, ce qui est bien visible dans la fig. 2 de la *Pl. H.*

Dans le sol de la haute steppe qui aboutit à cette coupe, on trouve assez souvent de petits blocs, des galets et des fragments anguleux de roches assez diverses (grès quartzeux, silex, phosphorite, marne à oolithe ferrugineux etc.) dont quelques-unes ne se rencontrent pas dans le pays voisin, ce qui confirme la supposition de l'origine glaciale de ce dépôt. Un peu plus en aval, le même sable blanc recouvre l'argile à *Meletta*, mais l'argile sableuse rouge est remplacée par du limon loessoïde à blocs de différentes roches et du gravier à la base. Ce limon brun jaunâtre couvre les mêmes sables blancs et offre tous les caractères d'un dépôt déluvial. Encore plus en aval viennent les argiles noires d'origine lacustre, riches en coquilles d'eau douce et couronnées par des argiles verdâtres renfermant des cristaux et des groupes cristallins de gypse.

Toutes ces roches apparaissent brusquement pour former, sur une courte distance, la rive droite de la Volga. Elles se trouvent enfoncées entre deux fractures qui découpent la rive droite dans la direction méridionale en formant un angle aigu avec le cours de la Volga. Elles présentent ainsi une petite bande effondrée (Graben) dans laquelle se sont conservées les roches plus récentes, détruites par l'érosion dans le pays voisin. Ce n'est que dans les environs de Tzaritsyn que ces couches à *Meletta* s'étendent sur des espaces continus. Les roches sont mises à jour dans les ravins découpant la haute steppe à l'ouest de la ville.

En aval de la bande effondrée qui vient d'être décrite, l'étage de Saratow reprend sa place dans les falaises. Peu à peu cet étage cesse de prendre part à la formation de la haute rive et une autre série

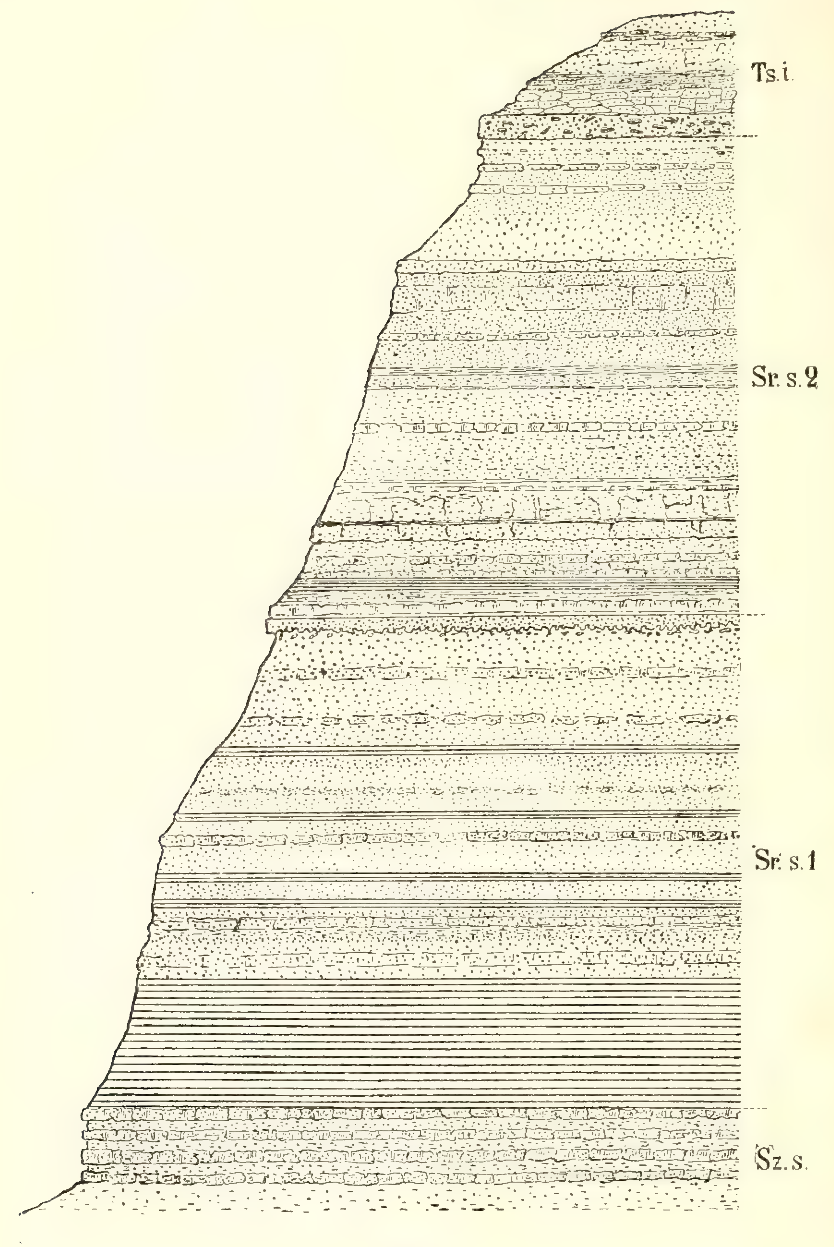


Fig. 13.

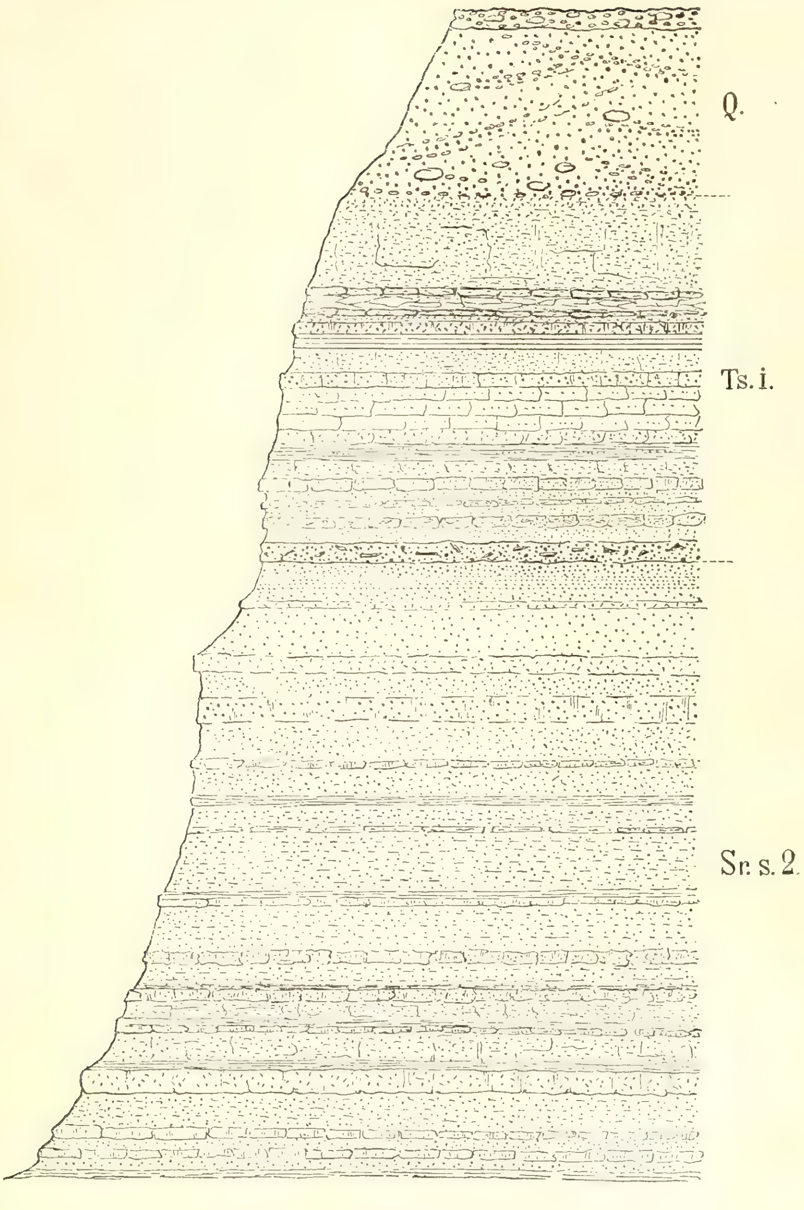


Fig. 14.

sableuse se développe et se complique de plus en plus. C'est la série inférieure de l'étage de Tzaritsyn. (*Ts. i.*, fig. 13 et *Ts. i.*, fig. 14).

La coupe suivante, prise près de Chirokoïé, montre la succession des couches dans cette partie de la haute rive.

Explication de la coupe fig. 13.

Ts. i. Sables et grès quartzeux et glauconieux formant la série inférieure de l'étage de Tzaritsyn. Un lit d'un grès glauconieux à fragments de l'argile siliceuse se trouve à la base de la série.

Sr. s. 2. Sables micacés et glauconieux avec des lits argileux (38 m.)

Sr. s. 1. Argiles foncées, sables et grès micacés et glauconieux, couronnés par le grès quartzeux à dents de squales (40 m.)

Sr. i. Sable glauconieux et argileux blanc et verdâtre avec lits de grès friable, s'élevant à 18 m.

Apparaissant, en aval de Proléïka, près du sommet de la falaise, la série sableuse de l'étage de Tzaritsyn compose, près de Peskowatka, à peu près la moitié de la coupe (fig. 14) et cotinue à ce développer en s'approchant de Tzaritsyn. Au-dessus de cette série, là où le rivage est le plus élevé, se montrent, entre Proléïka et Peskowatka, des sables et des argiles sableuses à blocs de différentes roches (*Q.* fig. 14). A mesure que l'on s'approche de Tzaritsyn, la limite inférieure de l'étage de Tzaritsyn s'abaisse peu à peu, se cachant parfois sous des éboulis. En parcourant la distance entre Doubovka et Tzaritsyn, on voit assez souvent les roches anciennes céder leur place à l'argile brun rougeâtre aralo-caspienne.

Les argiles à *Meletta* occupant les élévations des environs de Tzaritsyn ne sont pas visibles dans les coupes du rivage.

La route que les participants à l'excursion par la Volga suivront pour se rendre à Wladikavkaz, ne pouvant encore être fixée définitivement (à l'époque de la composition du guide), nous ne ferons point d'indications ici sur la nature géologique de l'espace intermédiaire qui sera traversé sans arrêt. La carte géologique de la Russie d'Europe, jointe au guide, donnera une idée générale des systèmes géologiques traversés. Quant aux explications nécessaires, elles seront données en chemin par les directeurs de l'excursion. Dans le cas où le voyage de Tzaritsyn à Wladikavkaz se fera en chemin de fer, les excursionnistes trouveront les indications, concernant une partie du trajet, dans l'itinéraire de l'excursion *A* (Le bassin du Donetz et le trajet de Rostow à Wladikavkaz).

XXI

EXCURSION

AU SUD DE LA RUSSIE.

(Variante C).

PAR

N. SOKOLOW et P. ARMACHEVSKY.

Coup d'œil sur la géologie de la Russie du Sud

PAR

N. Sokolow.

Les premières notions données sur la structure géologique de la partie de la Russie du sud, traversée sur notre itinéraire—Koursk—Kiew—Tcherkassy—Nikolaew—Kherson—Alexandrovsk—, partie comprenant principalement les cours moyen et inférieur du Dniepr, sont dues à des voyageurs de la fin du siècle dernier, les naturalistes Pallas, Güldenstedt, Zouïew.

Des connaissances beaucoup plus exactes sur cette région nous ont été fournies par Dubois de Montpéreux (Geognostische Verhältnisse in Ost-Galicien und in der Ukraïne. Karsten's Archiv f. Mineralogie. B. V, 1832), qui, le premier, a signalé la présence, au cours inférieur du Dniepr, de dépôts jurassiques, crétacés et tertiaires.

Quant aux anciennes roches cristallines de ce rayon, des indications très importantes se trouvent dans les travaux de Bloede, Eichwald et Ivanitsky.

Des recherches géologiques plus détaillées, faites dans la Russie du sud à partir du milieu de ce siècle, ont eu pour résultat les travaux de Théophilaktow (Carte géologique du gouvernement de Kiew, 1872), Barbot de Marny (Im Jahre 1868 ausgeführte geolo-

gische Untersuchungen in den Gouvernements Kiew, Podolien und Volynien. Verhandl. d. Mineral Gesellschaft. Petersb. B. VII 1872. Esquisse géologique du gouvernement de Kherson 1869), Borissiak, Lévakovsky (Etude sur le crétacé et les systèmes suivants. Mémoires de la Soc. des natur. de Kharkow, 1872—73), Gourow, Klemm etc.

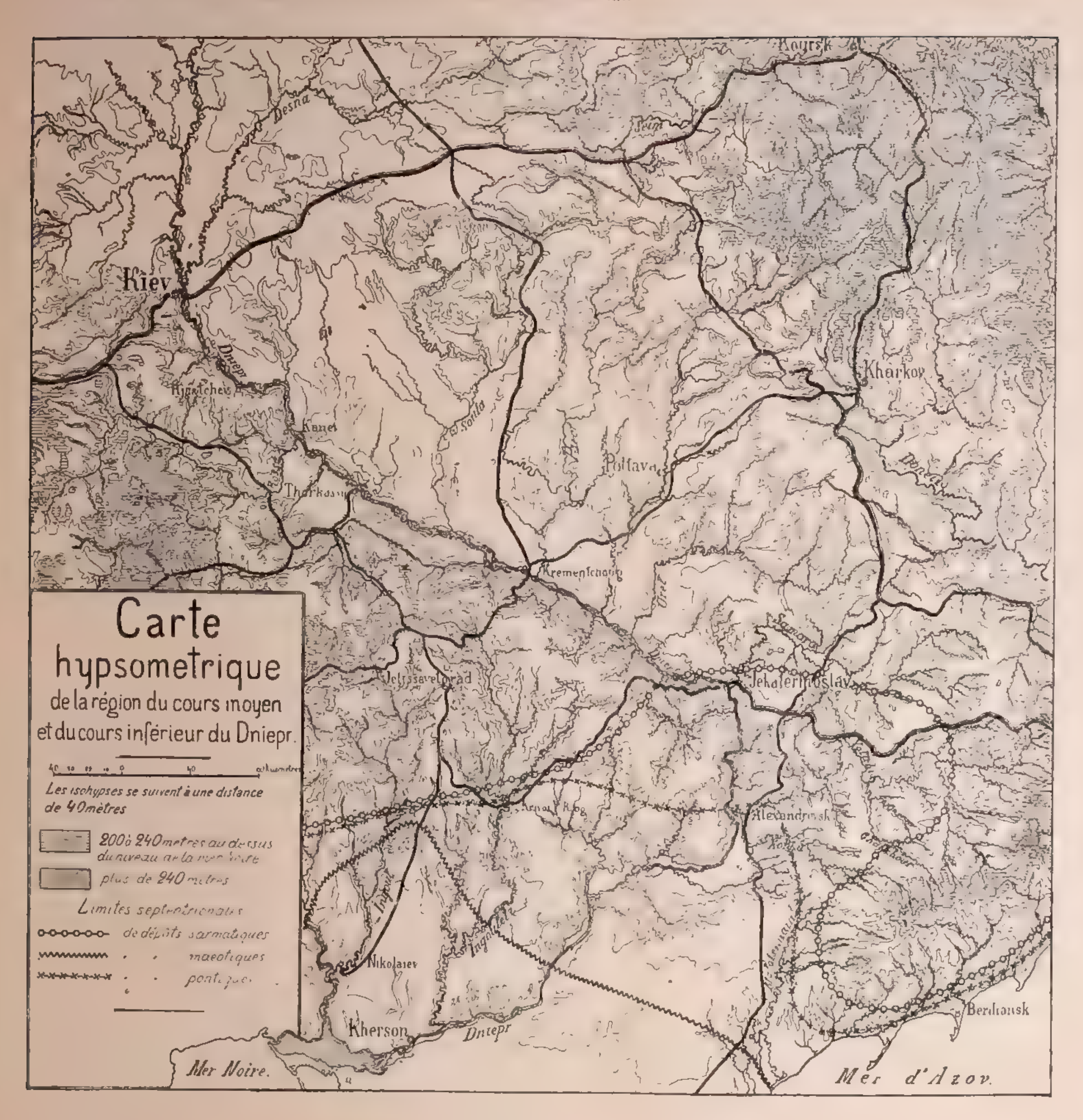
Enfin, parmi les travaux qui ont paru dans ces derniers temps, il faut nommer ceux de Kontkiewicz (surtout ses „Recherches géologiques dans la zone des granites de la Nouvelle-Russie à l'est du Dniepr“. Journ. des Mines. 1881. „Geologische Beschreibung der Umgegend von Kriwoi-Rog“. Verhandl. d. Miner. Gesell, B. XVII) et ceux d'Armaschevsky, qui a principalement exploré la région des affluents gauches du cours moyen du Dniepr, ceux de Domher, de Tarassenko, (surtout „Sur les roches du groupe des gabbros dans les districts de Jitomir et de Radomysl“. Mém. de la Soc. des natur. de Kiew. T. XV livr. I. 1895), de Piatnitsky, qui ont pour objet essentiel les roches cristallines.

Les dépôts mésozoïques du gouvernement de Kiew ont été étudiés par Karitsky (Les vestiges de la période jurassique dans le district de Kanew. Materialien zur Geologie Russlands. B. XIV. 1890) et Rodkéwitch (Articles divers des dépôts crétacés du district de Kanew. Mém. de la soc. des natur. de Kiew).

La description des dépôts tertiaires, très développés dans la région, a été faite par l'auteur de la présente esquisse dans ses travaux: „Die untertertiären Ablagerungen Südrusslands“, (Mém. Com. Géol. t. IX, livr. 2), qui renferme la somme de toutes les connaissances que nous possédons sur ce rayon; „Carte géologique générale de la Russie“. Feuille 48 (Mélitopol—Berdiansk); „Hydrogeologische Untersuchungen im Gouvernement Kherson“, (Mém. Com. Géol. t. XIV, livr. 2), qui décrit les dépôts néogènes, développés dans la région dont il sera parlé dans cette esquisse. Nous ne pouvons finir sans faire mention du travail de M. Gourow: „Esquisse géologique du gouvernement de Poltawa“ (1888), monographie très étendue, et des „Matériaux pour l'évaluation des terres du gouvernement de Poltawa“, publiés en 15 volumes (1889—1895) sous la rédaction du professeur Dokoutchaew et renfermant, outre les résultats de l'analyse du sol, une description détaillée des formations posttertiaires de la contrée.

La vaste plaine de la Russie du sud, dont la région des cours moyen et inférieur du Dniepr fait partie, doit son modelé principalement à l'action érosive des eaux des rivières et des dépôts atmosphériques. Ce sont, avant tout, les agents d'érosion qui ont produit la différence sensible des formes topographiques sur les deux rives du Dniepr entre Kiew et Ekathérinoslaw (Pl. *A*).

Les hautes steppes de la rive droite, élevées de 200 à 240 mètres au-dessus du niveau de la mer Noire et de 130 à 170 mètres au-dessus du niveau du Dniepr, s'abaissent en une pente rapide, découpée par des vallons et des ravins, dans la vallée de la rivière. Entre Kiew et Ekathérinoslaw aucun affluent considérable ne vient se jeter dans le fleuve


Carte
hypsometrique
de la région du cours moyen
et du cours inférieur du Dniepr.
Les isohypses se suivent à une distance de 40 mètres
plus de 240 mètres
Limites septentrionales
de dépôts sarmatiques
maeotiques
pontiques
Kiev
Desna
Dniepr
Koursk
Seim
Kharkov
Poltava
Kremenitchoug
Kanev
Donetz
Samara
Jekaterinoslav
Alexandrovsk
Ingoul
Ingoulets
Nikolaiev
Kherson
Dniepr
Berdiansk
Mer Noire.
Mer d'Azov.

du côté droit. Les petits ruisseaux, au contraire, sont nombreux; leurs vallons, profondément creusés dans les dépôts meubles posttertiaires et tertiaires de la vallée, sillonnent les steppes riveraines, ondulées encore à une assez grande distance du fleuve. Sur la plus grande partie du trajet que nous considérons, le Dniepr baigne les hauteurs de la rive droite ou vient s'en approcher très près. Cependant il est des endroits, par exemple vers le sud de Kiew, jusqu'au village Tripolié, aux points de jonction de la Rosse et de la Tiasmin, affluents droits relativement plus importants, où les hauteurs reculent pour donner place à des plaines de peu de largeur) formées par les alluvions récentes.

La rive gauche présente un tout autre aspect. A l'exception d'une seule hauteur isolée, le Pivikha, s'élevant près de la ville de Gradischsk (en amont de Krémentchoug), elle s'étend, sur tout le parcours de 470 verstes entre Kiew et Ekathérinoslaw, en plaine bordée d'une large bande de sable fluviatile, amoncelé en dunes par le vent, pour s'unir aux steppes après une élévation à peine visible qui la délimite. Ces steppes, s'élevant peu à peu vers l'est et le nord-est, atteignent, à une distance de 120 à 150 verstes du fleuve, une altitude de 200 mètres, c'est-à-dire la même hauteur que celle des steppes de la rive droite à proximité du Dniepr.

La steppe de la rive gauche, quoique traversée par plusieurs affluents considérables du Dniepr—la Desna dans son cours inférieur, la Soula, la Psiol, la Worskla, l'Orel, la Samara—est beaucoup plus plane et moins découpée de ravins et de vallons que celle de la rive droite.

A une petite distance en amont de Krementchoug, le Dniepr s'approche de la bande des gneiss-granites de la Russie du sud qu'il suit le long de sa limité nord-est jusqu'à Ekathérinoslaw. Là le fleuve fait un coude brusque vers le sud et va couper ces roches transversalement. Son aspect prend un tout autre caractère: le large lit avec ses nombreux bancs de sable, ses îlots et son réseau de courants partiels, tel qu'il se présente jusqu'à Ekathérinoslaw, se rétrécit considérablement et son courant, de lent et tranquille qu'il était, devient rapide et même impétueux aux points où les bancs des gneiss-granites viennent barrer le cours et former des cataractes (porogui). Sur une longueur de 62 verstes, entre Ekathérinoslaw et Alexandrovsk, on compte neuf grandes cataractes dont la plus importante s'appelle Niénassytetz, d'une inclinaison générale, d'ailleurs très inégale, de 33,5 mètres. Dans cette partie du fleuve la différence topographique des deux rives est peu sensible. Toutes deux sont élevées et s'abaissent en pentes tantôt escarpées, tantôt plus ou moins douces, séparées çà et là de l'eau par des bandes plates d'alluvion récente. L'ensemble des hauteurs riveraines, ainsi que toute la steppe de la zone granitique vers l'est et l'ouest du Dniepr, offrent un plongement graduel vers le sud.

Au sud d'Alexandrovsk, le Dniepr fait de nouveau un détour, cette

fois vers le sud-ouest, pour suivre à peu près la même direction jusqu'à son déversement dans le liman. La région dans laquelle le fleuve s'est engagé après avoir quitté la zone des gneiss-granites, est constituée par des dépôts néogènes accusant une inclinaison faible, mais constante, vers le sud, de même que la steppe qui est ici la moins boisée et la plus dépourvue d'eau dans la Russie du sud. La steppe devient de plus en plus plane à mesure qu'elle s'approche du Pont-Euxin. Au cours inférieur, le fleuve coule dans une vallée, sur laquelle les bords escarpés viennent faire saillie à droite et à gauche; les eaux s'y ramifient en un labyrinthe de courants partiels et de bras serpentant entre les îles basses d'alluvion récente, le plus souvent boisées de peupliers et recouvertes d'une herbe grossière: ce sont les „Plavni“ du Dniepr. Toute cette vaste vallée est inondée au printemps par les eaux de crue, sur une largeur atteignant en maints endroits 20 verstes. Un phénomène intéressant au cours inférieur du Dniepr, c'est que presque tous les affluents qui vont s'y verser, se sont raviné à leur confluent de profondes cavités remplies d'eau stagnante, alors que quelques-unes des petites rivières et des ruisseaux (Bazavlouk, Ingouletz, Biéloserskaïa, Rogatchik) s'élargissent à leur jonction avec le fleuve en limans fluviaux de même origine que les limans de la mer.

Les gneiss-granites, les roches les plus anciennes de la région du Dniepr moyen, et en général de la Russie du sud, s'étendent en large bande du NW au SE, à partir de la Wolhynie jusqu'à la mer d'Azow. Ce n'est que dans la partie moyenne de cette bande que les gneiss-granites, accompagnés de syénites, gabbros, porphyres, diorites, diabases et autres roches cristallines, affleurent dans les vallées fluviales et les ravins profonds; ailleurs ils sont recouverts par l'assise plus ou moins épaisse des dépôts tertiaires et posttertiaires. Notons cependant que dans la partie la plus nord-occidentale de la bande (limite sud-ouest du gouv. de Kiew et espaces limitrophes de la Wolhynie et de la Podolie), ainsi que dans sa partie sud-occidentale (cours supérieur de la Konka, affluents gauches de la Molotchnaïa, cours supérieur de la Berda, de la Kiltitchia et autres cours d'eau, plus petits, allant se verser dans la mer d'Azow), les anciennes roches cristallines s'élèvent plus haut et se montrent assez souvent, recouvertes seulement des produits de leur destruction sur place, dans les steppes des lignes de partage.

Les roches prédominantes de la bande granitique de la Russie du sud sont des granites à biotite (granitites) et des gneiss. Les roches à texture granitoïde étant très intimement liées aux roches à texture gneissique et passant souvent par transition à peine sensible les unes aux autres, presque tous les observateurs leur ont attribué à toutes une origine commune. Quelques-uns des géologues considèrent les gneiss-granites comme roches sédimentaires métamorphosées, d'autres les prennent pour des roches massives, les roches à texture gneissique étant d'après leur opinion des granites comprimés. Les gneiss-granites sont fortement disloqués et la direction des plis s'approche

le plus souvent de celle du méridien. En quelques rares points on rencontre des plis formés par une dislocation ultérieure, se dirigeant dans le sens de la parallèle géographique. L'âge des gneisso-granites n'est pas encore établi définitivement. Le plus souvent on les rapporte au groupe archéen. En tout cas il est hors de doute qu'ils sont plus anciens que les dépôts siluriens, témoin la stratification intacte de ces derniers sur les gneisso-granites fortement disloqués de la Podolie. Les variétés granitiques, telles que le granite à muscovite (le plus souvent à grain très gros), la pegmatite, l'aplite, le granite pélicanitique, la pierre juive, se rencontrent bien plus rarement que le gneiss-granite à biotite qu'elles traversent ordinairement en filons. Les syénites, assez répandues dans la région que nous considérons, s'allient tantôt intimement et par passage graduel avec les gneiss-granites, tantôt elles les traversent en filons parfaitement isolés, en suivant des directions qui ne présentent aucune relation déterminée avec la direction des gneiss-granites. L'amphibolite, le gabbro, la diorite, la diabase, le porphyre, la porphyrite et la serpentine offrent des affleurements très peu nombreux. Le groupe des schistes cristallins, particulièrement variés dans le rayon métallifère de Krivoï-Rog, est considéré comme plus récent comparativement à l'âge des gneiss-granites, bien qu'ils aient incontestablement subi les effets de la dislocation en même temps que ces derniers. En dehors des quartzites avec leurs riches gisements de fer de Krivoï-Rog, de Korsak-Moguila et de certaines autres localités, on trouve des schistes argileux (parfois ardoisiers), graphiteux, chloriteux, talqueux, des itakaloumites et des grès à arkose. Partout dans la Russie du sud, les roches métamorphosées sont fortement disloquées, les plis s'orientant à peu près dans la direction du méridien, déviant plus fréquemment vers le NE que vers le NW.

Les dépôts du groupe paléozoïque n'affleurent nulle part dans le bassin des cours moyen et inférieur du Dniepr, si ce n'est vers les sources de la Woltchaïa qui, proprement dit, fait déjà partie du bassin carbonifère du Donetz. Cependant un forage exécuté à Peréchtchépino sur la rivière Orel, a rencontré, à une profondeur de 190 à 240 m., des grès et argiles du système carbonifère témoignant de la continuation des dépôts carbonifères du bassin du Donetz sous la puissante assise des couches plus récentes du Dniepr moyen.

Le groupe mésozoïque est représenté par des couches des systèmes jurassique et crétacé.

Les dépôts jurassiques ne se montrent dans des affleurements naturels qu'au district de Kanew (gouv. de Kiew), le long du Dniepr, entre les villages Traktémirow et Pékari, où ils ont été soulevés par des forces qui se sont fait sentir encore après les dépôts des couches paléogènes. De profonds sondages ont révélé l'existence des dépôts jurassiques à Kiew, près de la station Bobrowitsy (ch. d. f. Koursk—Kiew) située à l'est du Dniepr, et au village Pérechtchépino sur la rivière Orel.

D'après les recherches du professeur Théophilaktow et de m. Ka-

ritsky, il convient de distinguer deux groupes de couches parmi les dépôts jurassiques affleurant au district de Kanew.

Le groupe inférieur se compose d'argiles grises schisteuses à mica et concrétions gypseuses, interstratifieés de très minces lits de sable et de sphérosidérite argileuse. L'absence presque totale de données paléontologiques ne permet pas de déterminer l'âge de ces argiles d'une manière très exacte; cependant il y a lieu de croire, avec m-r Karitsky, qu'elles sont à classer dans le bath.

Le groupe supérieur est composé d'argiles calcaro-arénacées gris clair, avec couches interstratifiées de marne sableuse. Ces argiles se distinguent des argiles schisteuses du groupe inférieur par l'abondance de fossiles dont les plus fréquents sont: *Cosmoceras Goverianum* Sow., *Cosm. Galilaei* Opp., *Macrocephalites macrocephalus* Schloth., *Cardioceras Chamusseti* Opp., *Perisphinctes Koenigi* Sow., *Per. cf. Spirorbis* Neum. Parmi les lamellibranches on rencontre le plus souvent *Pecten lens* Sow., *Pholadomya Murchisoni* Sow., *Ph. navicularis* Eichw. Se fondant sur la présence dans ces argiles des ammonitidés énumérés, m-r Karitsky rapporte le groupe supérieur des dépôts jurassiques du gouvernement de Kiew au callovien inférieur, notamment à la zone à *Macrocephalites macrocephalus* Schloth. Il est fort probable que les dépôts jurassiques du gouv. de Kiew sont la continuation directe du jura des gouv. de Koursk et d'Orlow, ainsi que de celui qui affleure le long du Donetz, d'autant plus qu'en dehors des données paléontologiques, des sondages profonds, comme nous l'avons dit plus haut, les ont rencontrés sur l'espace intermédiaire, dans les gouv. de Tchernigow et de Poltawa.

Les dépôts crétacés accompagnent, dans les affleurements naturels, le jura du district de Kanew (gouv. de Kiew); de plus ils se montrent au cours supérieur de la Psiol et de la Worskla (dans les limites du gouv. de Koursk, en partie du gouv. de Kharkow); mais ils ont leur plus grand développement au cours supérieur de la Séim. Dans les affleurements le long de la Psiol et de la Worskla, on ne voit que de la craie blanche, ainsi que sur tout le cours de la Séim, à l'exception toutefois de la partie la plus proche des sources, où viennent se montrer des marnes et des sables phosphatiques turoniens et cénomaniens. Ces sables abondent en concrétions de phosphorite formant par places des couches continues, et contiennent une riche faune, surtout: *Cribrospongia concentrica* Hofm., *Terebratula obesa* Sow.,, *Ostrea carinata* Lam., *O. haliotidea* Sow., *Pecten asper* Lam., *Janira quinquecostata* Sow. Dans la région disloquée du district de Kanew, les dépôts crétacés se composent de sables gris verdâtres, partiellement marneux, avec couches interstratifiées de grès siliceux ou marneux. Dans la partie nord de ce rayon, la couche de la base, celle qui est directement superposée au jura, est formée d'un sable micacé vert sale, recouvert d'un sable vert grisâtre avec strates de grès siliceux. En dessus vient une couche de sable brun rougeâtre et vert jaunâtre, surmonté à son tour par des sables gris verdâtre à concrétions de grès siliceux. Jusqu'ici on

n'a point trouvé de fossiles dans ces sédiments. Par contre, les sables et grès plus ou moins calcarifères et marneux, développés dans la partie sud de la région, entre le village Boutchak et le village Pékari, ainsi que dans le Mochnogorié, renferment une faune assez abondante. M-r Radkéwitch signale, dans la liste des fossiles qu'il a recueillis dans ces dépôts, plus de 60 espèces de mollusques, 4 espèces de brachiopodes et 5 espèces de poissons. M-r Radkéwitch a trouvé et décrit encore 24 autres espèces de poissons, uno espèce de saurien et une espèce de baleine. De plus le prof. Schmalhausen a défini 8 formes végétales (en majeure partie Conifères), trouvées dans ces couches. Outre *Pelecypoda* dont les restes forment à eux seuls 75% des invertébrés, les mollusques les plus fréquents sont: *Exogyra conica* Sow., *Pecten laminosus* Mant., *P. laevis* Nilss., *Panopaea regularis* d'Orb., *Eryphila (Lucina) lenticularis* Goldf., *Cucullaea glabra* Park., *Trigonia aliformis* Park., *Avicula seminuda* Dames. La prédominance de formes cénomaniennes (jusqu'à 80%), les fossiles les plus caractéristiques du cénomanien faisant toutefois défaut, et d'autre part la présence de formes plus anciennes que celles du cénomanien, ont engagé m-r Radkéwitch à considérer ces dépôts crétacés comme plus anciens que le cénomanien typique de l'Europe occidentale. A une certaine distance du Dniepr on trouve des dépôts plus récents que ceux que l'on observe dans les escarpements du fleuve. Ces dépôts sont formés de marne plus ou moins glauconieuse contenant une faune qui les fait classer dans le cénomanien supérieur.

Sur le vaste espace qui sépare les dépôts crétacés du gouvernement de Kiew de leur développement principal dans la Russie du centre et du sud, ces dépôts n'affleurent nulle part, mais on les y a trouvés, grâce à des sondages plus ou moins profonds, sous la puissante assise des dépôts tertiaires, de même que plus loin, vers le sud-est, dans les bassins des rivières Samara et Woltchia, où ils forment des îlots, restés entiers après l'érosion du manteau crétacé qui avait recouvert la pente nord-ouest du massif des gneiss-granites des districts de Berdiansk et de Marioupol.

Les dépôts tertiaires, incomparablement plus développés que les sédiments crétacés et jurassiques, occupent presque tout le bassin des cours inférieur et moyen du Dniepr.

Dans la région du Dniepr moyen il y a développement presque exclusif de dépôts paléogènes, les néogènes (sarmatiques) ne se rencontrant qu'à l'extrémité sud, près de Ekathérinoslaw. La région du Dniepr inférieur, au contraire, est recouverte de sédiments néogènes, de dessous lesquels les paléogènes ne viennent se montrer que près de la limite nord de leur étendue.

Les dépôts tertiaires les plus anciens sont des sables habituellement quartzeux d'un gris clair, jaunâtre ou verdâtre, auxquels un fort mélange de glauconite donne parfois une couleur vert foncé. Ces sables qui contiennent assez souvent des concrétions phosphatiques et des blocs de grès, se montrent dans des coupes naturelles le long du

Dniepr, au district de Kanew et dans la partie sud du district de Kiew.

A ces dépôts doivent aussi être rapportés les grès siliceux et les grès à arkose, souvent à empreintes de tiges d'herbe, de troncs d'arbre et de branches, qui se rencontrent en îlots isolés, entourés de gneiss-granites et d'autres roches cristallines, à l'extrémité sud-orientale du développement des dépôts paléogènes dans le bassin de la Woltchia. D'ailleurs on trouve ici, ainsi qu'à l'extrémité sud-occidentale où les dépôts paléogènes sont également superposés aux gneiss-granites, des grès semblables appartenant à d'autres étages paléogènes et formant un faciès littoral d'eau peu profonde. Des sondages, faits à Kiew et sur beaucoup de points du gouvernement de Podolsk, ont rencontré jusqu'à 80 mètres de sables à phosphorites à la base des dépôts tertiaires. Ces dépôts semblent être délimités dans le gouvernement de Kiew par la région attenante au Dniepr; au moins, d'après le prof. Théophilaktow, les anciennes roches cristallines sont-elles immédiatement recouvertes, à une distance de 40 à 50 verstes du fleuve, par les couches paléogènes supérieures. Vers 1830 déjà, Dubois de Montpéreux a signalé la présence de fossiles dans les grès faisant partie de ces couches à Traktémirow et Boutchak, et jusqu'ici ces localités sont à peu près les seules où l'on en trouve. Des 80 espèces à peu près de mollusques que l'on connaît dans les grès de Traktémirow et Boutchak, les plus fréquents sont: *Rostellaria rimosa* Sol., *Terebellum sopitum* Sow., *Ficula nexilis* Sol., *Cassidaria nodosa* Sol., *Pinna margaritacea* Lamk., *Pecten corneus* Sow., *Pectunculus Duboisi* May., *Limopsis granulata* Lamk., *Cardium hybridum* Desh., *Anatina rugosa* Roll. La majeure partie des mollusques, connus jusqu'ici, se rapportent à l'éocène, notamment à l'éocène moyen et, en partie, au supérieur. K. Mayer-Eymar qui a eu à sa disposition la plus grande collection de fossiles provenant de ces dépôts (jusqu'à 80 espèces), les classe dans l'étage bartonien, quoiqu'il soit plus juste peut-être de ne les paralléliser qu'avec l'horizon inférieur de cet étage. L'auteur de la présente esquisse a proposé [1]) de donner à ces dépôts le nom de „dépôts de Boutchak". Comme le montrent les belles coupes de la rive du Dniepr près de Rjichtchew et de Khodorovsk, de même que les forages exécutés dans la ville de Kiew, les sables de l'étage de Boutchak supportent directement une assise, d'une puissance qui va jusqu'à 30 mètres, de marnes gris bleuâtre ou gris verdâtre, contenant en profusion de petites lamelles de mica blanc et de gypse à côté de nombreux Foraminifères. Dans les horizons inférieurs on rencontre des concrétions phosphatiques, dont une partie occupe incontestablement une position secondaire. Les marnes gris bleuâtre de Kiew et de ses alentours contiennent d'assez nombreuses dents de squales qui se rapporteraient d'après le prof. Rogowitch à des espèces caractéristiques de

---

[1]) Untertertiäre Ablagerungen Südrusslands. Mém. du Com. Géol. t. IX, № 2, pp. 159 et 288.

l'éocène. Parmi les pélécypodes, généralement peu nombreux, les plus répandus sont: *Ostrea* du groupe *O. plicata* Sol. (*O. prona* v. Koen.?), *Spondylus Buchi* Phil., *Pecten idoneus* Wood., *P. corneus* Sow., *Vulsella* cf. *deperdita* Desh. Les espèces de mollusques connues dans la marne bleue ne permettent guère encore de se prononcer définitivement sur l'appartenance de cette marne à l'éocène supérieur ou bien à l'oligocène inférieur. Une micro-faune nombreuse, composée principalement de *Foraminiferae*, notamment de représentants des familles *Miliolidae*, *Lituolidae*, *Textularidae*, *Lagenidae*, *Globigerinidae* et *Rotalidae*, offre, d'après les recherches de m. Toutkovsky, le caractère de l'oligocène. Des 11 espèces de plantes, trouvées dans la marne bleue de Kiew et déterminées par le prof. Schmalhausen, 1 espèce (*Nipa Burtini* Broug.) est propre à l'éocène du bassin de Paris, et 1 espèce (*Cupressinoxylon sequoianum* Merckl.) est répandue depuis l'éocène jusqu'au miocène inclusivement. L'âge de la marne bleue de Kiew ne peut donc point être considéré comme établi d'une manière incontestable et cette marne ne peut être rapportée à l'éocène supérieur que provisoirement. Les dépôts de la marne bleue que l'auteur de cette esquisse classe dans l'étage de Kiew (étage à *Spondylus*) [1]) transgressent considérablement, comparativement aux dépôts de l'étage de Boutchak, dans la direction S. W. Ainsi par exemple, à 40—50 verstes du Dniepr, les dépôts de l'étage de Boutchak vont déjà se terminer peu à peu et la marne bleue repose directement sur les gneiss-granites, tandis que les dépôts de l'étage de Kiew se rencontrent encore à Korostychew (près de la ville de Radomysl), à une distancé de 90 verstes à l'ouest du Dniepr, où leur niveau inférieur est de 100 mètres environ plus élevé qu'à Kiew (fig. 1). Mais la partie la plus élevée du massif gneiss-

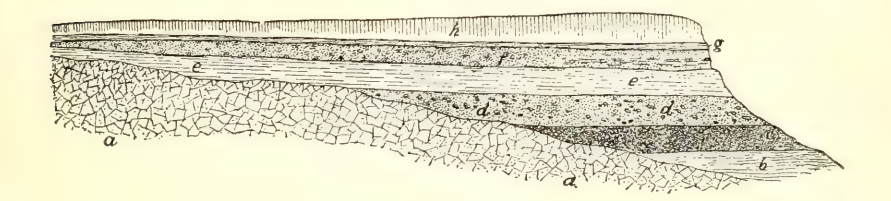


Fig. 1. Coupe schématique entre Kiew et Korostychew. *a*—gneiss-granite; *b*—dépôts jurassiques; *c*—dépôts crétacés; *d*—sables de Boutchak; *e*—marne de Kiew; *f*—sables glauconifères et quartzeux; *g*—argiles bigarrées; *h*—loess et argiles posttertiaires.

granitique à la limite sud occidentale du gouvernement de Kiew n'avait pas été couverte par la mer à l'époque du dépôt de l'étage de Kiew. Ce n'est que vers l'est du méridien de Kanew, là où le massif gneiss-granitique s'abaisse déjà considérablement, que les dépôts de

[1]) l. c. pp. 156 et 286.

l'étage de Kiew passent aussi sur le flanc gauche du massif. Soumis par la suite à une érosion puissante, ces dépôts ne sont restés intacts que çà et là dans les cuvettes et à la surface inégale des gneiss-granites. Un de ces îlots offre la marne blanche de Kalinovka (au sud de Elisabetgrad). A l'est du Dniepr, la marne bleue de l'étage de Kiew n'est observable dans des coupes naturelles qu'à la rivière Soula, près du village Matwéevka, et à la montagne Piwikha, près de Krémentchoug. Toutefois de profonds forages, exécutés, dans le but de trouver de l'eau artésienne, en plusieurs endroits du gouv. de Poltawa et des parties limitrophes des gouv. de Tchernigow et de Kharkow, ont partout révélé une marne bleue, puissante de 21 à 27 m., de composition pétrographique analogue à celle de la marne bleue de Kiew et renfermant les mêmes foraminifères.

Au-dessus de la marne bleue, on voit, dans les affleurements de Kiew et des alentours, des argiles arénacées gris verdâtre avec passage graduel, vers le haut, en sables argileux de même couleur. Ces argiles sableuses et sables argileux, cimentés par places en grès tendres qui abondent en grains de glauconie, en petites lamelles de mica et en spiculi d'éponges siliceuses, atteignent une puissance de 15 à 20 mètres et vers l'est du Dniepr des sondages en ont même traversé 45—50 mètres. L'étendue des dépôts glauconieux argilo-sableux n'arrive pas, vers le sud-ouest, jusqu'à la limite des dépôts de l'étage de Kiew. Vers le sud aussi la mer était probablement moins étendue et la profondeur en était moins grande, mais vers le nord et le nord-ouest elle doit avoir occupé un grand espace à l'époque du dépôt des argiles et sables glauconieux. Dans la région des gneiss-granites les dépôts argilo-sableux à glauconie reposent immédiatement sur les anciennes roches cristallines, les couches de l'étage de Kiew ayant subi une forte érosion qui n'en a laissé intacts que quelques îlots.

Dans les dépôts sablo-argileux glauconifères de Kiew on a trouvé jusqu'ici, outre les spongiaires mentionnés, de peu nombreux restes d'algues et de plantes monocotylédones aquatiques ne permettant guère d'établir l'âge des couches qui les renferment. De plus, dans des sables tantôt bruns, tantôt jaunes, qui se rapportent aux mêmes dépôts, on a rencontré des morceaux d'ambre, parfois en grand nombre. Les sables et grès glauconieux des gouvernements de Kherson et d'Ekathérinoslaw renferment, en beaucoup d'endroits, des restes de mollusques et de coraux. Les nombreux coquillages de mollusques et les coraux, le plus souvent bien conservés, des dépôts arénacés glauconieux de la ville d'Ekatherinoslaw sont particulièrement intéressants. La présence de ces dépôts que l'on n'observe pas dans les coupes naturelles, a été constatée à une profondeur de 10—12 mètres au-dessous du lit du Dniepr, lors de l'emplacement des piles du pont du chemin de fer, et à une profondeur de 15 mètres, lors du creusement d'un puits à Mandrikovka. La grande quantité de formes, identiques à celles que l'on trouve dans l'oligocène inférieur de l'Allemagne du nord, et la présence d'espèces typiques de l'oligocène inférieur, telles que *Voluta suturalis*

Nyst, *Preurotoma Bosqueti* Nyst, *Pecten bellicostatus* Wood, *Leda perovalis* v. Koen., *Crassatella Woodi* v. Koen., *Trochoseris helianthoides* Roem. etc., autorisent suffisamment à paralléliser ces dépôts avec l'oligocène inférieur de l'Allemagne du nord (étage ligurien). Les argiles et sables glauconieux de l'oligocène inférieur que l'on pourrait appeler „dépôts de Kharkow“ viennent se recouvrir, presque sur toute leur étendue, de sables quartzeux blancs ou jaunes, souvent avec blocs et couches intercalées de grès concrétionnés et interstratifiés dans les horizons supérieurs d'argiles plastiques grises. Le passage des sables gris verdâtres glauconifères aux sables blancs quartzeux se fait le plus souvent petit à petit; mais il est des points où l'on observe, à la limite entre ces deux espèces de sables, des traces d'érosion accompagnées d'une couche intermédiaire de galets, parmi lesquels on rencontre des blocs roulés du grès glauconieux de l'étage de Kharkow. La puissance des sables quartzifères blancs et jaunes, avec leurs argiles plastiques subordonnées, atteint 15—20 m. aux alentours de Kiew et 30—40 m. dans le gouvernement de Poltawa et en plusieurs points du gouv. d'Ekathérinoslaw. Les dépôts arénacés ne présentent que de rares fragments de troncs d'arbre silicifiés et, dans les argiles subordonnées, de très rares empreintes de feuilles. Il est à regretter qu'à l'exception des empreintes de feuilles trouvées près de la frontière ouest du gouvernement de Kiew, dans les grès de la station Moguilno, et décrites par le prof. Schmalhausen, ces restes végétaux n'aient pas encore été étudiés. Les formes oligocènes sont les plus nombreuses, par ex. *Sequoia Couttsiae* Hr., *Laurus primigenia* Ung., *Andromeda protogaea* Ung. Les espèces communes à l'oligocène et au miocène sont également assez nombreuses; on en rencontre même qui appartiennent exclusivement au miocène. Prenant en considération la totalité de cette flore, ces grès peuvent être classés dans l'oligocène moyen ou dans le supérieur, hypothèse que viennent confirmer les restes paléontologiques que l'on trouve, à la rivière Solionaïa, dans les minerais de manganèse. Les sables jaune brunâtre qui renferment le minerai, recouvrent une argile siliceuse gris verdâtre de l'étage de Kharkow et doivent être rapportés aux horizons inférieurs des sables quartzeux jaunes et blancs. En dehors de restes de poissons encore suffisamment déterminés, le minerai de manganèse contient *Carcharadon turgidus* Ag., *Terebratula grandis* Blum., *Panopaea Heberti* Desh., formes très caractéristiques de l'oligocène moyen. Se basant sur l'ensemble de cesdonnées, il est vrai, peu nombreuses, l'auteur de cette esquisse rattache provisoirement les sables quartzeux blancs et jaunes, avec les argiles plastiques subordonnées, à l'oligocène moyen et partiellement, peut-être, à l'oligocène supérieur. D'autres géologues, par exemple le prof. Armachevsky, jugent impossible de séparer ces dépôts des sables glauconifères sous-jacents, alors que les prof. Gourow et Piatnitsky les placent dans le miocène, notamment dans l'étage sarmatique.

Encore moins peut-on dire rien de certain sur l'âge des argiles bi-

garrées, çà et là gypsifères, qui recouvrent avec une puissance de 10 à 15 m., parfois même de 30 m., les sables quartzifères de l'étage de Poltawa. Ces argiles, dans lesquelles on n'a point trouvé jusqu'ici de restes paléontologiques, sont tantôt considérées comme partie de l'étage des sables quartzeux blancs, tantôt comme dépôts pliocènes, tantôt comme posttertiaires.

Parmi les dépôts néogènes du bassin du Dniepr, les plus développés sont les sédiments sarmatiques et pontiques. Des dépôts miocènes plus anciens que les sarmatiques ont été découverts depuis peu au village Tomakovka (au sud-ouest d'Ekathérinoslaw) et à la rivière Konka (au sud-est d'Alexandrovsk). A Tomakovka des cavités à la surface des gneiss-granites sont remplies des produits mal assortis de la destruction de ces roches et de marne mêlée de sable grossier, à coquilles et moules d'*Ostrea gingensis* Schloth., *Pecten aff. Malvinae* Dub., *Turritella Pythagoraica* Hilb., *Chama* etc. Dans les dépôts sablo-argileux à la rivière Konka, on trouve, à côté de *Spaniodon nitidus* Reuss., *Venus* du groupe *V. marginata* Hörn., *V. Basteroti* Hörn., *Cardium* du groupe *Card. turonicum* May., *Corbula gibba* Olivi, *Lucina dentata* caractéristiques des dépôts méditerranéens, des espèces des genres *Mactra, Tapes, Ervilia, Syndesmya* que l'on rencontre aussi dans les couches sarmatiques superposées. Les dépôts miocènes de Tomakovka, de même que les dépôts probablement plus récents à la rivière Konka, sont évidemment des lambeaux insignifiants, restés après l'érosion du miocène inférieur précédant l'époque sarmatique.

Les dépôts sarmatiques occupent une vaste région au cours inférieur du Dniepr; au cours moyen, au contraire, ils ne se rencontrent à droite du fleuve qu'à une distance de 25 verstes environ vers l'ouest d'Ekathérinoslaw et à gauche, dans les bassins de la Samara et de la Woltchia. Leur limite nord offre une corrélation intéressante avec le relief du massif des gneiss-granites de la Russie du sud: là où celui-ci s'abaisse peu à peu jusqu'à 150 m. au-dessus du niveau de la mer, les dépôts sarmatiques passent à son côté nord et, après avoir atteint à l'ouest d'Ekathérinoslaw 47°37′ de latitude, leur limite nord se dirige en ligne droite vers l'est pour aller contourner un golfe de la mer Sarmatique qui se trouvait au nord du massif des gneiss-granites, et border le nord et le sud de l'élévation d'Azow, formée de gneiss-granites et d'autres roches cristallines anciennes. Le dépôt sarmatique le plus répandu de la région est un calcaire, le plus souvent blanc, tantôt très compact, tantôt poreux, par places oolithique, çà et là passant à un sable oolithique friable et parfois mélangé en forte proportion de sable quartzeux. Assez fréquents aussi sont des calcaires argileux avec passage à une marne terreuse. Un autre dépôt sarmatique assez développé est une argile habituellement très compacte et plus ou moins calcarifère. Plus près des limites du développement sarmatique, ce sont des sédiments sableux qui ont de l'importance, surtout dans le voisinage de la région des gneiss-granites et des autres roches cristallines, tandis que dans le golfe de la mer sarmatique, au nord du massif des gneiss-gra-

nites, ce sont des argiles riches en gypse sous forme de cristaux et de concrétions de sélénite. Cette abondance de gypse dans les dépôts de l'ancien golfe est probablement due à la division de ses eaux en plusieurs bassins à chaque abaissement du niveau de la mer sarmatique, de sorte que les gneiss-granites émergés étaient à sec pendant un temps plus ou moins long.

La faune des dépôts sarmatiques de ce rayon et en général de toute la Russie du sud, sauf toutefois son extrémité ouest, se distingue par son uniformité pauvre en espèces. Les lamellibranches prédominent, surtout les représentants du genre *Mactra* qui se trouvent parfois seuls en abondance énorme. Avec *Mactra*, notamment *ponderosa* Eichw., et ses variétés, on trouve en abondance *Cardium obsoletum* Eichw., *C. plicatum* Eichw., *C. Fittoni* d'Orb. et leurs variétés (celles de *C. obsoletum* sont particulièrement nombreuses), *Tapes gregaria* Partch., *Ervilia podolica* Eichw. Il y a des endroits où l'on rencontre beaucoup de *Modiola volhynica* Eichw. et *M. marginata* Eichw. Les gastéropodes les plus fréquents sont *Nassa duplicata* Sow., *Bulla lajonkaireana* et parfois des individus du genre *Trochus*. Mais le genre *Cerithium*, dont les espèces sont si variées dans le sarmatique du bassin de Vienne et à l'ouest de la Russie du sud (Wolhynie, Podolie, Bessarabie), n'a guère de représentants ici. Très rarement on remarque des individus isolés de *Cerithium lignitarum* Eichw.

L'apparition de dépôts d'eau douce à l'extrémité sud du terrain sarmatique semble prouver que vers la fin de cette époque la mer s'était déjà retirée de la région que nous considérons.

Dans la partie sud-ouest de la région du Dniepr inférieur, les couches sarmatiques sont surmontées d'une assise peu épaisse (5—12 m.) de calcaires jaunâtres et blanchâtres, habituellement poreux ou sableux, avec intercalation de minces lits de sable blanchâtre et d'argile grise. Ces dépôts, auxquels M. Androussow a donné le nom dépôts „maeotiques“, ne s'étendent le long du Dniepr que jusqu'au village Katchkarovka. Elles possèdént une faune caractéristique dont les formes prédominantes sont *Dosinia exoleta* L., *Cerithium disjunctum* Sow., *C. rubiginosum* Eichw. L'apparition dans ces couches d'un grand nombre de cérithes, absentes dans les dépôts sarmatiques sous-jacents, est digne d'attirer l'attention. Les assises maeotiques, elles aussi, vont souvent se terminer en dépôts d'eau douce; par places elles portent des traces manifestes de l'érosion qui a eu lieu avant le dépôt des couches pontiques superposées. Au commencement du pliocène la mer est encore une fois venue inonder la majeure partie de la région du Dniepr inférieur, mais sans arriver à la limite que la mer sarmatique avait atteinte, surtout vers le nord-est. Le contour de la mer pontique se reconstitue d'une façon bien plus complète et précise que celui de la mer sarmatique. Dans toute l'étendue de notre rayon, la lisière des dépôts pontiques correspond à peu près à une isohypse de 120 mètres qui n'irait joindre entre elles que les hauteurs des lignes de partage.

En acceptant une puissance moyenne des dépôts posttertiaires de 30 à 40 mètres, il convient de supposer que les dépôts littoraux de l'étage pontique atteignent 80 à 90 m. d'altitude au-dessus de la mer Noire.

La roche dominante de l'étage pontique dont l'épaisseur ne dépasse guère 12—15 mètres, est un calcaire jaune, parfois brun rougeâtre, rarement blanchâtre. Ce calcaire primitivement coquillier, parfois mêlé de sable et de vase, exposé plus tard à l'activité des agents atmosphériques, a changé d'aspect en se transformant parfois en calcaire tufacé, parfois en calcaire macro-cristallin, presque toujours caverneux et corrodé à la surface. Quelquefois les couches inférieures du calcaire pontique sont un calcaire oolithique relativement moins métamorphosé.

Les argiles et sables pontiques jouissent d'un développement beaucoup moindre que le calcaire. Les sables ont leur plus grande puissance à la limite orientale des dépôts pontiques, dans le bassin de la rivière Molotchnaïa.

Quant à la faune, elle est encore plus uniforme et pauvre que celle du sarmatique. Les horizons supérieurs du calcaire pontique de notre région contiennent de préférence *Cardium subdentatum* Desh. var. (*C. pseudocatillus* Barb.) et *C. semisulcatum* Rouss. Les moules et empreintes de la première espèce sont surtout nombreuses. Assez fréquemment on rencontre une petite *Dreissensia—Dreissensia simplex* Barb. et, par endroits, principalement au bassin de la Molotchnaïa—*Vivipara achatinoides*. Les horizons inférieurs contiennent en abondance *Congeria* et *Neritina*, accompagnees parfois d'une variété de petits *C. semisulcatum*.

Des sédiments marins plus récents que les pontiques ne s'observent ni dans la région du Dniepr moyen, ni dans celle de son cours inférieur. Les dépôts qui pourraient être rapportés au pliocène supérieur, ainsi que les posttertiaires, se présentant avec les caractères manifestes de formation terrestre, sont tous d'origine fluviatile, lacustre, éolienne etc. Tels sont, par exemple, les grès avec passage au conglomérat à *Vivipara Melanopsis, Neritina*, *Planorbis* etc. qu'on doit probablement attribuer au pliocène supérieur, et qui se rencontrent çà et là dans les bassins de la Bazavlouk et de la Tomakovka, affluents droits du Dniepr inférieur. Une marne d'eau douce de couleur gris clair ou gris jaunâtre, très répandue dans la région du Dniepr moyen, à droite du fleuve, surtout dans le gouv. de Poltawa, se rapporte déjà aux dépôts posttertiaires. L'époque de la formation de cette marne au fond de marais et de lacs, a évidemment précédé la période de la grande glaciation des steppes, car sur toute l'étendue de l'argile morainique qui arrive jusqu'au confluent de la rivière Orel, la marne se trouve partout sous l'argile.

Une des formations les plus fréquentes du posttertiaire est un loess d'un gris clair ou jaunâtre, parfois jaune rougeâtre et même brun. Un loess de couleur claire et à grain fin recouvre les pentes des

vallées fluviales et des ravins. Sur les plateaux de partage son grain devient plus grossier et sa couleur plus foncée. Quelques-uns des géologues, désirant établir une différence entre ce loess-ci et le loess typique, l'appellent argile loessoïde.

Aux dépôts posttertiaires viennent se joindre, par places, d'anciens sédiments fluviatiles, habituellement sableux, servant de lit au loess typique.

Pour ce qui est des dépôts les plus récents, il convient de faire mention des alluvions fluviatiles particulièrement importantes dans la vallée du Dniepr, où elles atteignent une puissance de plusieurs dizaines de mètres, des dépôts en partie fluviatiles, en partie marins, au fond des limans, et des dépôts éoliens, sables accumulés en dunes s'alignant le long du Dniepr, sur une largeur de 10 verstes, depuis Kiew jusqu'à Ekathérinoslaw. Les dunes dites „Sables d'Alechki" occupent un espace bien plus considérable à gauche de l'embouchure du fleuve et au sud du liman du Dniepr.

Esquisse géologique de la ville de Kiew.

PAR

P. Armachevsky.

Bibliographie.

Rogowitch. Les poissons fossiles des gouvernements de l'arrondissement scolaire de Kiew. Kiew 1860.

Barbot de Marny. Recherches géologiques exécutées en 1868 dans les gouvernements de Kiew, Podolie et Wolhynie. Mém. Soc. Minéral. 1872.

Théophilaktow, Carte géognostique du gouv. de Kiew. 1872.

— Comptes rendus des excursions géologiques. Travaux de la 3-me session des naturalistes russes, réunis à Kiew en 1871. Kiew. 1873.

— Carte géologique de la ville de Kiew. Kiew, 1874.

— Les glissements et éboulements le long du Dniepr à Kiew. Mém. Soc. Nat. de Kiew. T. VI, livr. 2. 1881.

Schmalhausen. Matériaux pour la connaissance de la flore tertiaire de la Russie du sud-ouest. Mém. Soc. Nat de Kiew. T. VII, livr. 2. 1884.

Toutkovsky. Les foraminifères des dépôts tertiaires et crétacés de Kiew. Article I. Mém. Soc. Nat. de Kiew. T. VIII, livr. 2. 1887. Article II. Mém. Soc. Nat. de Kiew. T. IX. 1888.

Théophilaktow. Les résultats obtenus par le sondage exécuté à Kiew, quartier Podol, dans la propriété de M. Schleifer. Mém. Soc. Nat. de Kiew. T. VIII, livr. 2. 1887; T. IX, 1888; T. X, livr. 1. 1889.

Sokolow. Die untertertiären Ablagerungen Süd-Russlands. Mém. du Com. Géol. T. IX, № 2. 1893.
Armachevsky. Sur quelques forages exécutés dans le district de Kiew. Mém. Soc. Nat. de Kiew. T. XV. 1896.

Cette esquisse comprendra:

1) Les données générales concernant la structure géologique de Kiew et son orographie;

2) la description, à l'appui de ces données, des principaux affleurements.

Kiew occupe une partie du côté droit de l'extrémité de la vallée du Dniepr. La langue de terre sur laquelle la ville est située, est séparée des hauteurs environnantes par les rivières Lybed et Syretz et entourée de presque tous les côtés de vallées, à l'exception d'une bande assez étroite qui va se confondre avec l'élévation générale de la rive droite du fleuve. Les points les plus élevés de Kiew sont à 190 m. au-dessus du niveau de la mer et à 100—102 m. au-dessus de celui du Dniepr. On n'en compte cependant qu'un petit nombre; l'un d'eux se trouve dans le quartier Petchersk, à côté de la forteresse, un autre dans le Jardin Impérial, un troisième dans la vieille ville, à proximité de l'ancien hôpital Reitar, un quatrième près du campement militaire etc. De ces points le terrain s'abaisse avec plus ou moins de rapidité dans diverses directions, en formant la pente gauche peu inclinée de la Lybed et le flanc droit escarpé du Dniepr.

Le terrain accidenté sur lequel Kiew est bâti, est découpé par un certain nombre de ravins, les uns débouchant sur la vallée de la Lybed, et les autres sur celle du Dniepr. Les pentes de ces ravins ne restent dans leur état naturel que dans les parties les moins peuplées de la ville, entre autres dans le voisinage de l'hôpital Kirillovsky, tandis que dans les parties centrales, grâce aux énormes tranchées faites par le nivellement de ce rayon, les ravins ont tellement changé de forme qu'il est devenu bien difficile aujourd'hui d'en reconstituer l'aspect primitif. Ainsi, par exemple, la rue Krechtchatik est établie au fond d'un ancien ravin qui commençait près de l'hôtel de l'Europe et s'ouvrait sur la vallée de la Lybed [1]). De cette manière, la majeure partie du site de Kiew occupe non seulement les pentes de la Lybed et du Dniepr, mais encore celles des ravins qui donnent dans les vallées de ces rivières. Un assez grand nombre des rues de la ville descendent ces pentes qui, quoique adoucies artificiellement, rendent cependant encore les communications difficiles; telles sont les rues: Triokhswiatitelskaïa (des trois Saints), Proréznaïa, Lioutérianskaïa (des luthériens), Nijnévladimirskaïa (rue inférieure de Vladimir), Andréïevski-Spousk (descente d'André) et quelques autres dont l'angle l'inclinaison est parfois de 12°.

[1]) Dans la même vallée va s'ouvrir le ravin Klovsky, bien conservé jusqu'ici; il commence près de la porte de St. Nicolas à Petchersk.

La superficie ainsi découpée de Kiew offre un grand avantage à l'étude de la structure géologique du terrain, les couches qui le composent pouvant facilement s'observer dans les endroits mis à nu dans les tranchées et les éboulements naturels des pentes des rivières et des ravins. L'étude de ces coupes permet de reconnaître les couches au-dessus du niveau du Dniepr dont l'ensemble atteint une épaisseur de 102 m. Quant aux couches inférieures à ce niveau, nous les connaissons sur une épaisseur de 92 m., grâce à l'étude des échantillons de roches extraits par les sondages exécutés dans le but de trouver de l'eau artésienne, tant à Kiew, surtout dans le quartier Podol, que sur la rive gauche du Dniepr, au campement de l'artillerie.

Il résulte de l'examen de ces affleurements et des données fournies par les sondages que la composition géologique de la localité comprend principalement des roches du crétacé supérieur, du tertiaire et du posttertiaire (Coupe, fig. 2).

Les dépôts du crétacé supérieur, les plus bas que l'on connaisse jusqu'ici à Kiew [1]), sont des sables gris verdâtre dont les sondages n'ont encore traversé que 27,3 m., et qui sont recouverts d'une couche de craie d'une puissance d'environ 12,6 mètres. Ces sables, parfois à grains très fins et argileux, et contenant dans la partie supérieure des concrétions d'un grès siliceux très dur, sont intéressants au point de vue pratique en ce qu'ils sont abondamment saturés d'eau sous une pression hydrostatique considérable. Lorsque le trou de sonde vient à traverser la couche de craie imperméable, l'eau jaillit des sables inférieurs en montant jusqu'à 65 m. de hauteur, d'où l'on peut en retirer, à l'aide d'une pompe, plusieurs dizaines de milliers seaux par jour. Ces sables appartiennent à l'étage sénomanien du système crétacé supérieur [2]), dont les gisements les plus proches se trouvent au district de Kanew, dans le gouvernement de Kiew, et en quelques points du gouvernement de Podolie. Vers le haut, les sables gris verdâtres passent insensiblement à la craie, tantôt très pure et blanche, tantôt grisâtre et argileuse.

L'étude des dépôts qui se forment actuellement au fond des mers et des océans a constaté que des sédiments, tels que les sables gris verdâtres, se déposent au voisinage immédiat de la terre ferme—la zone

---

[1]) La constitution géologique de certaines localités voisines avait fait supposer la présence, sous les dépôts du crétacé supérieur de Kiew, d'argiles jurassiques, de dessous lesquelles on espérait pouvoir retirer une abondante eau artésienne. Cette hypothèse s'est trouvée fondée. Un sondage, exécuté dernièrement dans le terrain appartenant à la Société des aqueducs et dont l'orifice est situé à 10 m. au-dessus du niveau du Dniepr, a percé d'abord, sous la craie, 69 mètres de sables et limons du système crétacé, puis 74 mètres de roches jurassiques, en majeure partie des argiles schisteuses ferrugineuses gris foncé, de dessous lesquelles l'eau artésienne est venue jaillir à une hauteur dépassant de 12 mètres le niveau du fleuve. (Kievlianin, 1897, № 8).

[2]) Lors du forage d'un puits artésien au polygome d'artillerie on en a extrait *Pecten asper.*

sableuse continentale du fond de la mer, tandis que des sédiments tels que la craie—la vase à globigérines—se déposent loin des bords, dans la haute mer. Ce fait nous permet de conclure qu'à l'époque du dépôt des sables gris verdâtre, inférieurs à la craie, la mer de l'époque du crétacé supérieur était moins profonde alors que lorsque la craie s'est déposée plus tard. Cette mer couvrait presque toute la moitié sud de la Russie jusqu'à la parallèle de Wilno, Moscou, Simbirsk et Orenbourg; mais vers la fin de la période crétacée, lorsque la mer fut devenue bien moins profonde, le territoire de Kiew, de même que plusieurs autres points, au sud de la Russie, émergèrent graduellement de l'eau, en devenant terre ferme. Ensuite, après un temps très long, à peu près vers la moitié de l'époque éocène de la période tertiaire, une partie considérable de la Russie du sud se vit encore une fois couverte par la mer, et les dépôts crétacés furent soumis à une forte érosion.

L'assise des roches du système tertiair, déposées dans cette seconde mer, atteint, sous la ville de Kiew, une puissance de 106 m.; elle se compose de divers sables avec une couche, épaisse de 39 m., d'argile marneuse, dite à *Spondylus*, au milieu. A la base de l'assise, immédiatement au-dessus de la craie, on trouve environ 42 m. de sables glauconieux, parfois vert foncé, parfois très argileux, renfermant d'abondants grains et nodules de phosphorite dont on rencontre aussi de petits noyaux dans les horizons inférieurs. Les couches supérieures des sables sont saturées d'eau soumise à une forte pression et retenue par l'argile à *Spondylus* superposée. Lorsque cette argile vient à être percée, l'eau s'élève dans les trous de forage jusqu'à 12 m. audessus de sa limite inférieure.

De tous les dépôts du système tertiaire c'est l'argile à *Spondylus* qui offre le plus d'intérêt. Son épaisseur, nous l'avons dit, est d'environ 32 m., dont 23 au-dessus du niveau du Dniepr. Cette argile est exploitée dans la ville et ses alentours pour la fabrication d'excellentes briques d'un jaune clair, principal matériel de construction de Kiew. A l'état frais elle est bleuâtre; séchée, elle prend une teinte verdâtre; elle est très plastique et facilement fusible; sa teneur en carbonate de chaux est si considérable (plus de 28%) qu'il serait peut-être plus juste de l'appeler marne. Elle abonde en restes organiques, sous forme de squelettes entiers et dents de poissons (le plus souvent de squales), accompagnés de coquillages de mollusques, surtout de *Ostrea plicata* Sol., *Pecten idoneus* Wood, *Pecten corneus* Sow., *Vulsela deperdita*, *Spondylus Buchi* Phil. Ce dernier mollusque est particulièrement fréquent dans cette argile à *Spondylus*. De plus on y trouve de nombreuses espèces de foraminifères, des squelettes d'éponges, d'oursins marins et de coraux. Les quelques rares restes végétaux que l'on y rencontre çà et là, appartiennent, d'après le prof. Schmalhausen, à des dicotylédones, conifères et palmes du climat tropique. Des parties en ont évidemment été entraînées du la terre ferme voisine au fond de la mer, où se faisait le dépôt de l'argile à *Spondylus*,

cette vase marine partiellement sableuse qui se forme aussi à une profondeur moyenne dans les mers actuelles.

Du niveau supérieur de l'argile à *Spondylus*, imperméable à l'eau, viennent descendre de nombreuses sources dont l'eau, filtrée à travers l'énorme assise des sables superposés, est d'excellente qualité. Plusieurs de ces sources, par exemple celle dite Bouslovsky, au campement des sapeurs, sont très abondantes et jouissent depuis longtemps d'une réputation méritée. Dans la partie supérieure, cette argile devient de plus en plus sableuse pour passer enfin à des sables vert grisâtre, çà et là à taches jaunes, d'une épaisseur totale de 13 mètres. Ces sables pourraient être appelés ambrifères, leurs couches supérieures contenant parfois d'assez grands nodules d'ambre, résine des conifères qui croissaient sur les côtes de la mer dans laquelle les sables verdâtres se sont déposés. On y rencontre en outre, à côté de restes d'algues, des débris de tiges et de racines de plantes marines monocotylédones (*Possidonia Rogowiczi, Zostera Kiewensis*).

Les sables verdâtres de cet étage passent par une transition assez graduelle à des sables d'abord d'un blanc grisâtre, puis d'un blanc pur, épais d'environ 19 m., par places avec une couche intermédiaire de lignite terreux d'une puissance jusqu'à 0,7 mètres. Les sables blancs, excellent filtre pour les eaux qui les traversent, sont très homogènes dans la partie moyenne de la couche. Jusqu'ici on n'a trouvé aucun reste organique qui rendît possible d'en préciser l'âge; mais en prenant en considération leur liaison avec les sables verdâtres sous-jacents du système tertiaire (en apparence de l'époque oligocène), on rapporte également les sables blancs aux dépôts marins de la période tertiaire.

La partie supérieure des sables blancs contient en assez forte proportion de l'argile à faïence, répartie le plus souvent d'une manière très égale sous forme de ciment agglomérant les grains de quartz du sable en grès kaolinique assez compact. Ce grès, la plus résistante des roches de Kiew, sert aux sables sous-jacents d'excellente protection naturelle contre l'action érosive de l'eau. C'est dans ce grès aussi que sont créusées, entre autres, les grottes du monastère Kiéwo-Petchersk.

A Kiew les sables blancs supportent une série d'argiles, épaisse de 14 m., composée en bas d'une argile réfractaire gris de cendre et bigarrée, en haut d'une argile brun foncé, très tenace et grasse, contenant des concrétions marneuses sphériques de couleur blanche.

Ces argiles imbibées d'eau sont parfaitement imperméables. Le niveau de leur surface correspond à l'horizon supérieur des sources descendantes de Kiew; mais l'eau de cet horizon, arrivée à travers les dépôts superposés argilo-arénacés, est de mauvaise qualité. En même temps l'imperméabilité des argiles brunes et bigarrées occasionne beaucoup d'embarras aux habitants de Kiew: dans les quartiers où ces argiles se trouvent à une faible profondeur, elles causent dans les propriétés une humidité constante qu'il est difficile d'éviter.

De plus, l'humidité de ces argiles est une des principales causes des glissements et éboulements si fréquents à Kiew, surtout sur les pentes rapides tournées vers la vallée du Dniepr, entre le monument de St-Vladimir et le tombeau d'Ascold. L'eau retenue par les argiles s'écoule dans la plaine du Dniepr, emportant avec elle une grande quantité de particules des couches superposées, par suite de quoi ces couches s'affaissent peu à peu, et, perdant leur liaison avec la masse principale dont elles faisaient partie, elles se mettent à descendre sur la surface glissante des argiles imprégnées d'eau. De cette manière il se forme au niveau des argiles une terrasse dont l'existence est due entre autres à la couche de grès kaolinique compact, peu attaquable par l'érosion, qui, comme nous l'avons vu, constitue l'horizon supérieur de l'étage des sables blancs.

Passons maintenant à l'examen des roches du système posttertiaire, superposées aux argiles brunes et ayant une puissance d'environ 32 mètres. Ces dépôts, principalement des argiles sableuses et des sables de qualités et d'origines différentes, peuvent être divisés en trois étages: un inférieur—préglaciaire, un moyen—glaciaire, et un supérieur—postglaciaire.

L'étage inférieur, épais à peu près de 8 mètres, est formé d'argiles sablo-calcarifères finement stratifiées, au milieu desquels gît une couche d'argile sableuse gris foncé, semblable à l'argile brune de la base. Des recherches entreprises dans les alentours de Kiew ont montré que ces argiles renferment un grand nombre de coquillages de mollusques d'eau douce, de préférence des genres *Limnea* et ***Planorbis***, vivant dans les cours d'eau et les lacs. Ces fossiles témoignent du dépôt des argiles sableuses dans des bassins fluviaux et lacustres d'eau douce, qui semblent avoir précédé les vallées des rivières actuelles et qui couvraient la Russie du sud et du centre. Aux horizons supérieurs, les argiles d'eau douce passent par endroits à un sable à gros grain, gris et jaune.

L'étage moyen des dépôts posttertiaires est constitué par une argile morainique formant une masse compacte brun foncé, brun jaunâtre, parfois jaune, composée d'un mélange intime d'argile, de sable et de grès. Cette roche renferme un grand nombre de blocaux, souvent de 1 à 2 m. de diamètre, usés par le frottement, quelquefois polis et striés. A Kiew la puissance de cette argile ne semble pas dépasser 10 m., mais habituellement elle est moins forte. Cependant certaines données font supposer que l'épaisseur primitive de ce dépôt était beaucoup plus considérable. Le transport des blocaux et le dépôt de l'argile morainique elle-même, en tout semblable à la moraine du fond des glaciers actuels, s'est effectué, comme on le sait, à l'aide du vaste manteau de glace recouvrant à l'époque posttertiaire le nord, le centre et une partie du sud de la Russie. La ligne méridionale du glacier passait alors près de l'emplacement des villes actuelles Ovroutch, Ouman, Krementchoug, Poltawa, Briansk, Woronej, Atkarsk etc. Les glaces avançaient lentement dans différentes directions de la Scandi-

navie et de la Finlande vers le sud et le sud-est, exerçant une immense pression sur les roches qu'elles écrasaient, broyaient, atténuaient, pour les transporter ensuite à des centaines et des milliers de verstes de leurs points de provenance. C'est pour cette raison que toute la Russie, au nord de la limite sud du glacier, est couverte d'argile à blocaux et de blocs erratiques. Dans la Russie du sud les blocs erratiques sont moins nombreux qu'au centre et au nord; l'argile à blocaux qui les renferme y est en outre souvent recouverte d'assises considérables de dépôts postglaciaires. Mais celui qui a eu occasion de visiter, ne fût-ce que la partie nord du gouvernement de Mohilew, a certainement été frappé, en beaucoup d'endroits, en voyant les millions de galets disséminés dans les champs.

Arrivé à sa plus grande extension, le glacier a lentement commencé à fondre et à rétrograder vers le nord. Le territoire de Kiew et le reste de la Russie du sud, délivrés des glaces, se sont alors recouverts des dépôts postglaciaires. A Kiew, les dépôts de cette époque forment l'étage du loess, composé de sédiments formés en partie à l'air, sous l'influence de l'activité des eaux atmosphériques, en partie sous l'eau, remplissant les vallées du Dniepr et de la Lybed.

Le loess est le dépôt le plus important et le plus caractéristique de cet étage. C'est un limon très poreux, non stratifié, d'un jaune clair, composé de menus grains de quartz, de particules argileuses et de carbonate de chaux. Commme il est susceptible de se diviser verticalement, il s'en détache souvent des parties énormes mettant à nu des parois presque perpendiculaires, comme par exemple dans les ravins sous le Jardin Impérial, où l'on peut voir, au-dessus des autres roches, une couche de loess, épaisse d'environ 10 mètres. Les horizons inférieurs contiennent souvent une forte proportion de humus et sont de couleur brun foncé. Dans la direction verticale, ainsi que dans l'horizontale, le loess passe souvent à des argiles sableuses et à des sables inégalement assortis. Ces dépôts-ci sont aussi considérablement développés à Kiew, surtout dans les parties élevées attenantes à la rue Kirilovskaïa, où les dépôts loessiques, sous forme de loess et de sables sous-jacents, tantôt argileux, tantôt meubles, recouvrent de haut en bas les pentes tournées vers la vallée du Dniepr, atteignant une puissance de 21 m. et couchés sur les roches de nature différente (fig. 4).

Le mode de gisement des roches de l'étage à loess mérite une attention particulière. Chacune des roches plus anciennes que celles qui composent l'étage du loess, est couchée horizontalement, à un niveau déterminé, sur une autre roche également déterminée. Le loess, au contraire, et les roches semblables du même mode de venue, se trouvent à toutes les hauteurs possibles, superposées à toutes les autres roches des pentes qu'ils recouvrent.

Le mode de gisement des roches de l'étage du loess est en relation intime avec le mode de leur formation. La retraite du glacier dans des latitudes plus septentrionales fut suivie à Kiew, comme en général dans la Russie du sud, par l'époque de la formation des val-

lées fluviales et de leurs diverses ramifications. Aussitôt que la surface du sol fut dégagée de son manteau glacial, il s'y forma de petits vallons de peu de profondeur, modifiés ensuite durant la longue période de l'époque postglaciaire. Cette modification consistait, quant à ses traits généraux, dans le creusement des différentes parties des vallées et dans leur élargissement, par suite du fréquent déplacement latéral du lit des rivières. Durant le long espace de temps pendant lequel les vallées se formèrent, l'eau charriait non seulement des particules minérales, creusant ainsi peu à peu des canaux (érosion), mais elle déposait en même temps, sur tout le trajet, tant des petits cours d'eau que des rivières, des assises de différentes roches (alluvion). Si les assises se sont formées sous l'eau, dans le lit des rivières, elles se présentent à nous sous l'aspect de dépôts fluviatiles, presque toujours de sables. Si, au contraire, elles se sont déposées sur la terre ferme, à l'air, par l'activité du ruissellement, elles s'offrent sous l'aspect des sables argileux et du loess qui couvrent les pentes douces.

Le mode de formation des roches de l'étage du loess, confirmé encore par d'autres considérations dont il serait trop long de parler ici, explique entre autres la présence, dans les dépôts loessiques, de nombreux petits coquillages de mollusques terrestres et d'ossements de grands mammifères tels que le mammouth, le rhinocéros, le cheval fossile, l'hippopotame, l'ovibos etc., trouvés dans les dépôts loessiques de Kiew et d'autres localités voisines. Parmi tous ces mammifères le mammouth semble avoir joué le rôle le plus important, témoin le grand nombre d'ossements qu'on en trouve ici.

C'est aussi à l'époque postglaciaire, l'époque du mamonth et du dépôt des assises loessiques, que l'homme a paru dans la région. Les traces de la présence de l'homme préhistorique sur le territoire de Kiew sont connues depuis longtemps. Près des faubourgs Préworka, Solomenka, et dans le voisinage de l'hôpital Kirillovsky, on a trouvé divers objets d'un grand intérêt archéologique, témoignage indiscutable de l'existence, à Kiew, de l'homme à la période néolithique. De plus, en automne 1893, grâce aux indications de m-r Khwoïko, ce collectionneur zélé et attentif d'antiquités, on a découvert, dans la ville même, des vestiges de l'homme de l'époque paléolithique la plus reculée.

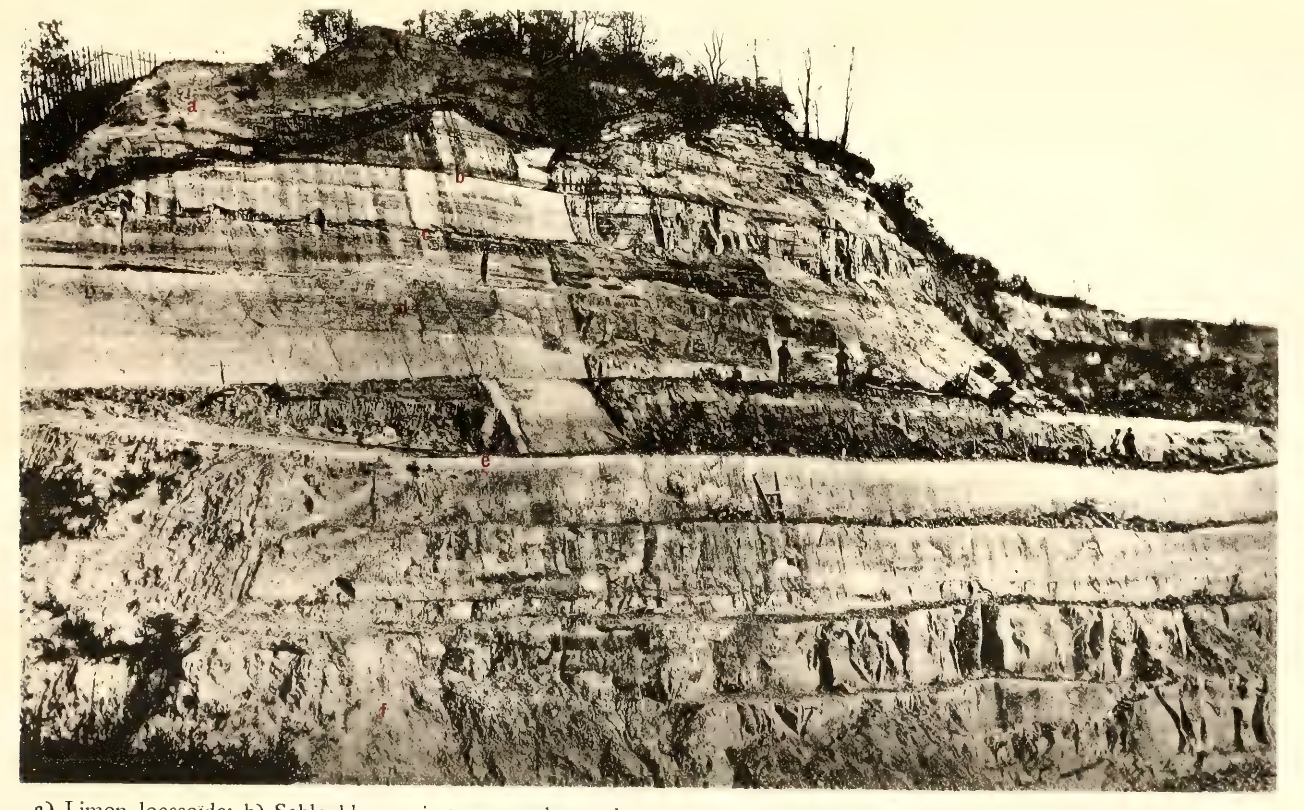
Pour nous rendre compte de la constitution géologique de Kiew, il convient d'examiner quelques-uns des affleurements typiques que l'on observe: 1) sur le flanc gauche de la vallée de la Lybed, aux briqueteries de m-rs Soubbotin et Berner, 2) sur de nombreux points dans les pentes de la vallée du Dniepr, à partir du Pont-suspendu (Tsépnoï most), dans la direction nord-ouest.

A la briqueterie de m. Soubbotin, située à l'extrémité de la rue Bolchaïa Wassilkovskaïa, dans l'argilière la plus voisine de la rue, on peut observer la belle coupe suivante, tournée vers la voie du chemin de fer Koursk-Woronej (pl. *B*).

a) Loess jaunâtre clair, à stratification doucement inclinée dans les horizons inférieurs, avec minces couches de sable ver-



a) Loess; b) Sable blanc grisâtre; c) Sable jaune d'ocre; d) Sable brun grisâtre; e) Sable vert; f) argile à *Spondylus*.



a) Limon loessoïde; b) Sable blanc grisatre, par places changé en grès argileux tendre; c) Sable jaune d'ocre; d) Sable brun grisâtre; e) Sable verdâtre; f) argile à Spondylus.

dâtre ou jaune d'ocre, ainsi que de gravier et de blocs de différentes roches, arrivés dans le loess comme produit de l'érosion des roches sous-jacentes des localités les plus rapprochées (4 mètres).

b) Sable blanc grisâtre très compact, transformé par places en grès argileux tendre (4 mètres).

c) Sable jaune d'ocre à gros grain (0,5 mètre).

d) Sable argileux brun jaunâtre ou gris foncé, avec taches d'un jaune clair, renfermant en profusion des cristaux de gypse et parfois des noyaux d'ambre (4 mètres).

e) Sables glauconieux verts, meubles vers le haut, très argileux vers le bas (6 mètres).

f) Argile marneuse verdâtre (à *Spondylus*), argileuse dans les horizons supérieurs (visible sur environ 10 mètres).

Une autre argilière de la même briqueterie, située un peu plus au sud-est, montre la même série de roches tertiaires, mais le loess y est remplacé par 8 mètres de sables stratifiés jaunâtre du même âge, contenant du gravier et des blocs.

L'argile à *Spondylus* de la briqueterie de m. Soubbotin contient de nombreux restes de poissons, mollusques et foraminifères dont le cabinet géologique de l'université de St. Wladimir possède une riche collection.

La briqueterie de m. Berner, située de l'autre côté de la rue, offre également une excellente coupe (pl. *C*). On y voit la même série de roches qu'à la briqueterie de m. Soubbotin, avec la différence que les sables blanc jaunâtre y occupent beaucoup plus de place. Les dépôts posttertiaires apparaissent tantôt sous l'aspect de limons loessoïdes, interstratifiés de roches sous-jacentes (entre autres de l'argile grasse brun foncé), tantôt sous celui de sables stratifiés jaunâtres, rarement avec gravier et blocs.

Les coupes des flancs escarpés du Dniepr, entre le Pont-suspendu et le Jardin Impérial, sont plus complètes; on y voit les sables blancs et toutes les roches superposées dans tout leur développement.

En descendant, par exemple du monastère de St. Nicolas, par le cimetière connu sous le nom d'Askoldowa-moguila (tombeau d'Askold), au Dniepr, on peut observer la série entière des roches énumérées dans la coupe générale (fig. 2), La paroi presque verticale des horizons supérieurs montre:

a) 10 mètres de loess, vers le bas brun foncé, contenant de l'humus.

b) Argile à blocaux brun rougeâtre (environ 4 mètres).

c) Les couches suivantes, argile d'eau douce et argile grasse brune à concrétions marneuses, ne se voient pas très nettement. Au niveau de ces roches la pente devient beaucoup moins inclinée et prend la forme d'une terrasse couverte d'éboulis, de glissements et de végétation. Cette terrasse a l'aspect d'un élargissement semicirculaire de

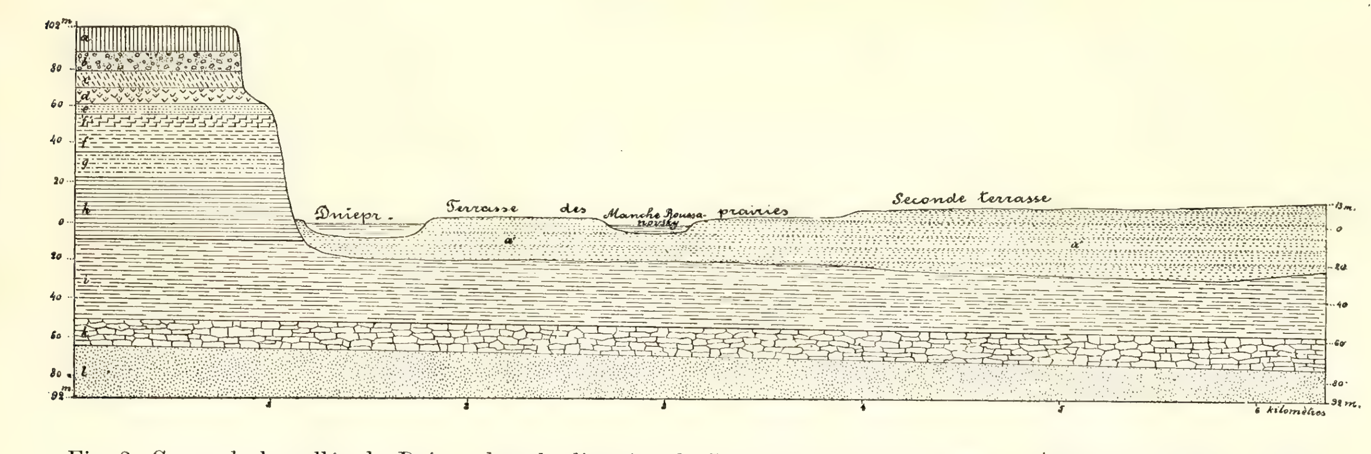


Fig. 2. Coupe de la vallée du Dniepr dans la direction du Pont suspendu. *a* — loess; *a'* — sables fluviatiles; *b* — argile à blocaux; *c* — limons d'eau douce; *d* — argile brun avec concrétions marneuses; *e* — argile bigarrée; *f* — sables blancs passant vers le haut en grès kaolinique; *g* — sables gris verdâtres; *h* — argile à *Spondylus*; *i* — sables argileux gris verdâtre et vert foncé; *k* — craie; *l* — sables argileux verts avec concrétions de grès silifié.

la partie supérieure du flanc, contour typique des localités dans la composition desquelles entrent des argiles grasses. Vers le bas le ravin devient plus étroit, à pentes très escarpées. On y observe distinctement les roches suivantes, couchées au-dessous de l'argile brune:

d) Argile réfractaire à taches rouges et rouge de framboise, mêlée en forte proportion de sable dans les horizons inférieurs, et passant insensiblement à un grès kaolinique blanc (environ 5 mètres). Plus bas viennent 8 mètres de sables blancs stratifiés, très purs, qui passent à des sables blanc grisâtre, verdâtres et brunâtres (4 m.).

e) Sables gris verdâtre et gris jaunâtre, parfois argileux, contenant dans les horizons inférieurs des concrétions d'un grès ferrugineux jaune d'ocre (jusqu'à 12 mètres).

f) La base de l'affleurement est occupée par l'argile verdâtre à *spondylus* de l'argile la limite supérieure est nettement marquée par de nombreuses sources descendantes d'eau très ferrugineuse qui donne à la partie supérieure de l'argile une teinte brune.

Lorsque de ce ravin on retourne en ville par la chaussée, on peut observer, en plusieurs points des pentes du Dniepr, des affleurements analogues à celui que nous venons de décrire. Les coupes les plus complètes se voient au-dessous du Jardin Impérial. Les dépôts posttertiaires se montrent surtout distinctement dans l'escarpement à côté de la pyramide de triangulation où on observe (fig. 3):

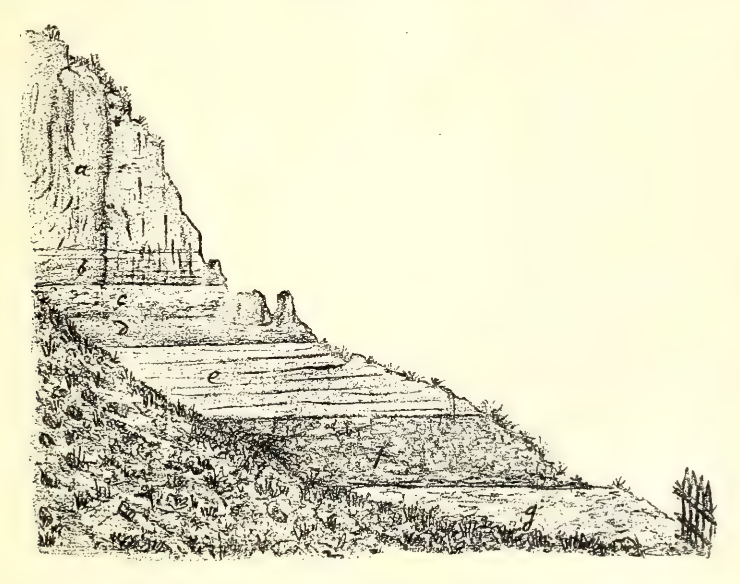


Fig. 3. Affleurement des dépôts posttertiaires près du Jardin Impérial.

1) Loess d'un jaune grisâtre clair, découpé en paroi verticale, affectant çà et là une séparation en colonnes irrégulières (fig. 3,*a*)—10 mètres.
2) A la base le loess contient de l'humus qui lui donne une couleur brun foncé (*b*)—environ 1 mètre.
3) Argile sableuse gris verdâtre et brun d'ocre, accompagné de gravier, en apparence dépôt d'alluvion, faisant souvent partie de la base du loess (*c*)—1 mètre.
4) Argile brun rougeâtre à blocaux (*d*)—2 mètres.

Plus bas viennent des dépôts posttertiaires préglaciaires, composés des trois couches suivantes:

5) Sable gris verdâtre à gros grain, avec strates d'un jaune d'ocre. En haut, immédiatement sous l'argile morainique, une mince couche est cimentée en grès ferrugineux jaune rougeâtre. En bas le sable passe graduellement en argile stratifiée pulvérulente d'un gris clair avec taches jaunes (*e*)—3 mètres.
6) Argile sableuse brun foncé (*f*)—3 mètres.
7) Argile jaune clair pulvérulente (*g*)—2 mètres.

Les roches suivantes s'observent le mieux quelques pas plus loin, vers le nord-ouest, dans un ravin qui commence, comme tous les ravins de ces pentes, par un élargissemeut semicirculaire au niveau de l'argile brune, pour se rétrécir peu à peu vers le bas en s'ouvrant sur le Dniepr. Ses escarpements latéraux montrent (la pl. *D* représente la partie principale de l'affleurement):

8) Argile plastique brun foncé avec nombreuses concrétions marneuses, sphériques, de couleur blanche.
9) Argile réfractaire gris de cendre, sableuse vers le bas (pl. *D*,*a*).
10) Sables blancs, dans les horizons supérieurs cimentés en grés kaolinique (*b*), dans les horizons inférieurs renfermant une couche interstratifiée, épaisse d'environ 0,4 m., de lignite argileux (*c*).
11) Sables argileux verts (*d*).
12) A la base apparaît, ici aussi, l'argile verdâtre à *Spondylus*.

En continuant notre chemin, dans la même direction nord-ouest, par la rue Kirillovskaïa, qui longe les hauteurs bordant la terrasse sableuse du Dniepr sur laquelle est situé le quartier de la ville appelé Podol, nous rencontrons une stratification de roches dont la fig. 4 peut servir de schème. Ici les dépôts de l'étage du loess, une puissante couche de loess avec limons et sables subordonnés, sont superposés à différentes roches et à diverses hauteurs, s'abaissant jusqu'au pied des pentes; suivant la profondeur des affleurements dans les hauteurs, nous voyons dans la rue Kirillovskaïa ces dépôts tantôt couchés sur l'argile à *Spondylus*, tantôt sur les sables verts, tantôt sur les sables blancs etc. De tels affleurements se montrent en beaucoup de points. Nous



Affleurement des dépôts tertiaires près du Jardin du Tzar.

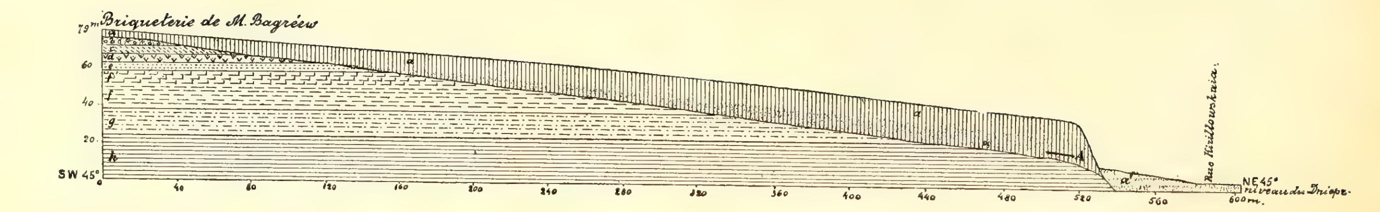


Fig. 4. Coupe de la pente de la rive près de la propriété de M. Ziwal. *a*—loess; *α*—sable argileux; *a'*—sables argileux fluviatiles; *b*—argile à blocaux; *c*—limon d'eau douce; *d*—argile brune; *e*—argile bigarrée; *f*—sables blancs, passant vers le haut en grès kaolinique (*f'*); *g*—sables gris verdâtres; *h*—argile à *Spondylus*.

en examinerons ceux qui s'observent à la briqueterie de M. Richert et dans les propriétés de MM. Ziwal et Bagréew.

A la briqueterie de M. Richert on voit (fig. 5):

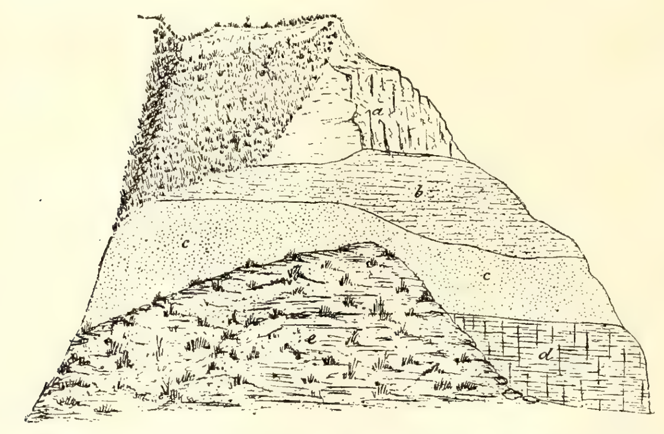


Fig. 5. Coupe géologique à la briqueterie de M. Richert. *a*—loess; *b*—sables stratifiés et argiles; *c*—sables verts; *d*—argile à *Spondylus*; *e*—éboulis.

a) Loess (7 m.).
b) Sables stratifiés et argiles postglaciaires (5 m.).
c) Sables verts (6 m.).
d) Argile à *Spondylus* (5 m.).

Les affleurements dans les propriétés de MM. Ziwal et Bagréew offrent un intérêt particulier. C'est ici qu'en 1893 on a découvert des vestiges de l'homme de l'époque paléolithique la plus ancienne. Ces propriétés sont situées dans la rue Kirillovskaïa, au pied d'une élévation au bord du Dniepr, non loin de l'église Iordan. La hauteur y est découpée par deux profonds ravins, entre lesquels s'allonge la bande étroite d'une colline qui vient s'abaisser vers la rue Kirillovskaïa. Aux abords de la rue, la largeur de la colline ne dépasse pas 30 mètres-alors que dans la direction de la Loukianovka elle augmente considérablement. L'examen des affleurements sur divers points de la col, line, principalement à la briqueterie de M. Bagréew et dans les propriétés de MM. Ziwal et Bagréew, permet de composer la coupe générale de la localité (fig. 4) constituée par des dépôts tertiaires et post-tertiaires.

L'affleurement dans la propriété de M. Ziwal (pl. *E*) présente actuellement, grâce à de grandes tranchées artificielles, une paroi verticale continue, qui montre d'une façon très distincte les roches suivantes de l'âge postglaciaire:

a) Loess (environ 10 mètres).
b) Argile sableuse stratifiée d'un brun jaunâtre (1,5 m.).



a) Loess; b) limon brun jaunâtre; c) sables gris; c') couche de culture humaine.

c) Sables gris et gris verdâtre, partiellement argileux, parfois verdâtres, contenant çà et là du gravier et de petits blocaux de roches locales ou septentrionales et une couche dite „couche de culture humaine“ (6 mètres).

d) A la base on voit çà et là apparaître l'argile à *Spondylus* (dans la figure elle n'est pas marquée) qui supporte directement les dépôts postglaciaires.

Sur la partie opposée de la colline, tournée vers la propriété de M. Bagréew, nous voyons affleurer la même série de roches, avec cette différence que les sables gris verdâtre renferment ici des concrétions d'un grès siliceux assez compact. Dans la propriété de M. Ziwal, de même que dans celle de M. Bagréew, on a trouvé, dans la couche inférieure des dépôts postglaciaires—sables gris, couchés à une profondeur de 14 à 16 mètres au-dessous de la surface du sol—de nombreux objets témoignant du séjour de l'homme dans cette localité. Ce sont principalement des instruments façonnés d'éclats de silex, couteaux plus ou moins grands, racloirs, pointes, avec tous les indices caractéristiques de la main de l'homme. Les silex, dits nucleus ou noyaux, dont les fragments ont été détachés, ainsi que de nombreux silex bruts, évidemment préparés pour être mis en œuvre, se trouvent entassés en monceaux. Les instruments en silex sont souvent accompagnés d'une grande quantité d'ossements de mammouth, surtout de leurs défenses, de leurs dents mollaires, des os de leurs pattes de devant et de derrière, appartenant au moins à cinq individus. Plusieurs de ces ossements portent des marques évidentes de fraction à l'aide d'instruments tranchants. En même temps on y trouve de nombreux objets, témoins de l'emploi du feu, comme le prouve une quantité de petits charbons de bois, des morceaux de bois et des os à demi brûlés, ainsi que deux blocaux de granite soumis à l'action du feu. Tous ces objets se trouvent ici en telle abondance que le charbon, les petits ossements, les fragments de silex, forment dans le sable deux minces couches, appelées „couches de culture humaine“; elles sont bien observables tant sur la pente tournée vers la propriété de M. Ziwal que sur la pente opposée faisant face à la propriété de M. Bagréew.

Si l'on prend en considération que les instruments en éclats de silex se trouvent ici en compagnie des nucleus dont ils ont été détachés, que ces instruments conservent parfaitement leur tranchant, qu'on trouve en outre en tas des silex non encore travaillés et que tout cela est entremêlé de morceaux de charbons et d'ossements de mammouth parfois cassés et brûlés, on aura la conviction qu'à l'endroit de ces trouvailles l'homme a certainement dû séjourner à une époque paléolithique en apparence très reculée.

Pour juger de l'ancienneté des restes de l'homme préhistorique, rencontrés dans telle ou telle localité, nous avons trois indices remarquables: la qualité des objets sortant de la main de l'homme, les restes des animaux accompagnant ces objets, la profondeur à laquelle on les trouve sous les couches qui les recouvrent. En examinant sous ces

rtois points de vue les objets trouvés dans les propriétés de m-rs Ziwal et Bagréew, nous reconnaissons que ce sont des objets typiques de l'époque paléolithique, détachés avec adresse de silex plus volumineux. On n'y rencontre pas le moindre vestige de pierres polies, si caractéristiques de la présence de l'homme à l'époque néolithique. Les nombreux ossements de mammouth à côté d'objets en silex prouvent que l'homme qui les a travaillés, a vécu en même temps que le mammouth, qui était à cette époque-là une des grandes ressources de son alimentation. Enfin, en examinant l'ancienneté de ces trouvailles au point de vue de la profondeur où on les trouve—argument évidemment le plus sûr et le plus incontestable — nous voyons que tous ces objets sont recouverts d'une assise de 17 mètres d'épaisseur, composée de loess, limon et sables, ces derniers arrivés çà et là à se transformer en grès. C'est en comparant la profondeur du gisement de ces objets avec les conditions de gisement d'objets semblables dans les autres parties de la Russie européenne que l'on peut le mieux juger de leur âge. Jusqu'ici on connaît cinq de ces gisements: 1) au village Gontsy, district Loubny gouv. de Poltawa; 2) au village Karatcharowo, district Mourom, gouv. de Nijni-Novgorod; 3) au village Kostensk, gouv. de Woronéj; 4) aux alentours du village Stoudénitsy, gouv. de Podolie; 5) dans le voisinage de Kamenets-Podolsk. Les principaux sont ceux de Gontsy et de Karatcharowo, étudiés aussi sous le rapport géologique. On y a trouvé des amas d'objets façonnés de fragments de silex, à côté de charbons et d'ossements de mammouth, dans une couche de loess, mais à une profondeur ne dépassant pas 4 pieds.

Après tout ce que nous venons de dire sur les conditions de gisements de ces objets, nous ne craignons pas de nous tromper en assurant que l'homme a dû paraître sur le territoire de Kiew à un moment assez reculé de l'époque postglaciaire. Il est probable que la Russie centrale était alors encore couverte de son manteau de glace et que la Russie du sud avait encore un climat assez froid, favorable à l'existence du mammouth, du rhinocéros et du boeuf musqué. En réfléchissant là-dessus, on se demande involontairement à quelle époque précise l'homme a pu paraître dans ces contrées et combien de temps a pu durer l'époque préhistorique de son existence. Il n'est guère possible encore de rien affirmer là-dessus, mais les considérations suivantes pourront jeter quelque lumière sur la question.

On a trouvé à Kiew, comme je l'ai déjà dit, des indices de la présence de l'homme à l'époque néolithique. Ainsi, par exemple, les grottes près de la briqueterie de la rue Kirillovskaïa ont dû servir de séjour à l'homme préhistorique de cette époque, car on y a trouvé quantité de déchets de cuisine, arêtes de poissons et restes de mammifères existant encore aujourd'hui, coquillages de mollusques des genres *Anodonta* et *Unio*, accompagnés de tessons de vases d'un travail rudimentaire et d'instruments en pierre polie. Des traces semblables de la présence de l'homme en ces lieux à la même époque néolithique ont été trouvés dans de vastes masures souterraines lui

ayant servi d'habitation, au sommet de la colline située entre les propriétés de m-rs Ziwol et Bagréew, dans laquelle, à une profondeur de 17 mètres, se trouvent enterrés les objets décrits, restés après l'homme de l'époque paléolithique. Les grottes près de l'hôpital Kirillovsky, de même que les huttes souterraines, sont creusées dans le loess, par conséquent l'homme de la période préhistorique, dont l'apparition dans la région de Kiew semble avoir eu lieu à un moment assez reculé de la période postglaciaire, lorsque les roches de l'étage du loess avaient déjà commencé à se déposer, a dû continuer d'y exister après le dépôt du loess. De cette manière la durée, nécessitée par le dépôt de presque toute l'assise de la période postglaciaire sous forme de loess, et des argiles et sables sous jacents, répond au changement des conditions climatériques et physico-géographiques qui ont amené la disparition des grands mammifères de l'époque du mammouth, et son remplacement par une faune peu différente de celle d'aujourd'hui. Le dépôt de ces roches et un changement aussi notable de la faune ont certainement exigé un laps de temps très long, de sorte que, si l'on évalue, conformément à l'opinion du professeur W. Antonowitch, la longueur de la période historique de la présence de l'homme sur le territoire de Kiew à 2000 ans, on arrivera à conclure que la période préhistorique de sa présence en ces lieux dépasse plusieurs fois cette durée.

Dans tout les cas on peut assurer que Kiew peut être considéré à juste titre comme un des endroits où l'homme a paru le plus anciennement sur le vaste territoire de la Russie européenne.

Itinéraire.

PAR

N. Sokolow.

De Koursk à Kiew.

Après avoir quitté les alentours légèrement accidentés de Koursk, la ligne du chemin de fer Koursk-Kiew s'engage sur les steppes planes à tchernozom qui s'étalent au sud de la Séim en s'élevant graduellement, à l'ouest, vers la vallée du Dniepr. Occupées par des champs de blé et boisées de rares forêts de peu d'étendue, les steppes ne présentent point, le long de la voie, d'affleurements plus profonds que le loess couché sous le tchernozom; mais dans les coupes de la Séim, jusqu'à la ville de Poutivl, on voit les dépôts du système crétacé recouverts par les sables et argiles paléogènes.

En aval de Poutivl ne se montrent que des sables et grès paléogènes, tandis qu'à partir du méridien de Batourin, ancienne résidence des hetmans de l'Ukraine, et le long de la Séim, n'apparaissent que des dépôts posttertiaires, un loess gris jaunâtre, superposé à l'argile

morainique. Encore plus loin vers l'ouest, dans la vaste plaine de la Desna inférieure, les coupes naturelles ne font voir que des dépôts d'alluvion fluviatile. La puissance de ces dépôts augmente à mesure que l'on s'approche du Dniepr. A la station Nossovka et à la station Bobrowitsy, dans un puits creusé à la recherche d'eau artésienne, on en a constaté une épaisseur de plusieurs dizaines de mètres. Sous les dépôts posttertiaires, principalement sables d'alluvion, des sondages ont révélé la succession suivante de roches paléogènes: 1) sables glauconieux plus ou moins argileux: 2) marne bleue de Kiew à la profondeur de 95 à 108 mètres (p. 9); 3) sables et argiles de l'étage de Boutchak (p. 8). A la profondeur de 187 m. on a trouvé la craie blanche, superposée aux sables crétacés et, à 316 m. (Bobrowitsy), l'argile grise jurassique.

Entre la station Browary et le Dniepr, la voie ferrée coupe une large bande de dunes, en partie couvertes de forêts de pins, en partie nues.

De Kiew à Nikolaïew.

En aval de Kiew, les hauteurs de la rive droite s'éloignent du Dniepr et se tiennent sur plus de 35 kilomètres séparées du fleuve par une plaine partiellement marécageuse et boisée. Près du village Tripolié les hauteurs viennent de nouveau se rapprocher et montrer dans la rive escarpée, découpée par de profonds ravins, les mêmes dépôts paléogènes qu'on a vus dans les coupes de Kiew. De plus, on y voit apparaître sous la marne bleue (dont la limite inférieure se trouve à Kiew au-dessous du niveau du Dniepr), des sables grisâtres à apatite (p. 8), bien observables dans de belles coupes près de Rjichtchew où l'on se propose de faire une halte. Sur le chemin qui conduit de l'embarcadère à cette localité, on voit la couche de gravier fluviatile surmontée de 1,5 mètres de sables à apatite, contenant des concrétions phosphatiques, recouverts à leur tour d'environ 15 m. de marne bleue (argile à *Spondylus*). La marne bleue supporte dans cette coupe les argiles posttertiaires et le loess. Un peu en aval de Rjichtchew se trouve une coupe plus complète: la base formée de sables à apatite recouverts de marne bleue d'une puissance de 18 mètres supporte des sables gypsifères gris verdâtre avec taches d'un jaune d'ocre et des argiles; le tout est couronné par les dépôts argilo-arénacés posttertiaires. Quelques kilomètres en aval de Rjichtchew, les sables phosphatiques près du couvent Préobrajénié (Transfiguration) contiennent des grès quartzeux, parfois cimentés en grès meuliers. Non loin de là, en aval, entre Boukrinow et Khodorovka, on voit les couches paléogènes dérangées par une série de petites failles. Le grès quartzeux s'oriente NE 30°, avec plongement vers SE 120°. A Traktémirow commence la région de la forte dislocation des roches crétacées (p. 6—7) et jurassiques (p. 5—6) qui s'étend au-delà de Kanew jusqu'au confluent de la Ross. Malheuresement les nombreuses coupes sont obstruées par les glissements et éboulements

des roches friables, développées dans la contrée. La direction dominante des dépôts mesozoïques du rayon de Kanew est NE 30°, plus rarement NW; le plongement, presque partout peu fort (20—30°), se dirige SE 120°. Les meilleures coupes des roches jurassiques et crétacées s'observent aux environs des villages Traktémirow et Grigorovka, en amont de Kanew et, en aval de cette ville, jusqu'au village Pékari.

Près de Pékari, situé au confluent de la Ross, la haute rive escarpée du Dniepr se termine et devient, à l'égal de la rive gauche, plate, formée d'alluvions récentes. Dans cette plaine, en majeure partie boisée, çà et là marécageuse, s'élève une colline isolée—Mochnogorié—constituée par des dépôts fortement disloqués du système crétacé.

Cette plaine se continue jusqu'à Tcherkassy, le point terminal de l'excursion par eau. Les briqueteries des environs de Tcherkassy exploitent, comme celles de Kiew, la marne bleue. Cette marne, recouverte de sables quartzeux jaunâtres, affleure aussi près de Smiéla, où viennent, en outre, se montrer les gneiss-granites. Avant d'arriver à cette localité, la voie ferrée quitte la plaine du Dniepr et s'engage dans la haute steppe de partage entre le Dniepr moyen, le bassin de l'Ingoulets, affluent du Dniepr inférieur, et l'Ingoul qui va se jeter dans le liman du Boug. Ce plateau de partage est formé d'anciennes roches cristallines, habituellement gneiss-granites, que recouvrent les grès argilo-sableux paléogènes. Par suite de l'érosion ces grès sont çà et là absents et les anciennes roches cristallines sont directement surmontées du loess.

A partir de la station Znamenka et jusqu'à Nikolaïew, le chemin de fer Kharkow-Nikolaïew traverse le terrain qui sépare le bassin de l'Ingoulets de celui de l'Ingoul, terrain doucement incliné jusqu'à la station Dolinskaïa au sud, assez élevé entre les stations Dolinskaïa et Kazanka, à pente rapide vers le sud de la station Kazanka (fig. 6). La forte inclinaison de ce terrain de partage est en relation avec l'abaissement de la surface des anciennes roches cristallines, avec la disparition des dépôts paléogènes et l'apparition du néogène, c'est-à-dire des couches sarmatiques, maeotiques et pontiques. Les calcaires, marnes, argiles et sables néogènes, affleurent dans toutes les coupes profondes, tant le long de l'Ingoul que dans les vallons et ravins qui s'ouvrent dans la vallée de cette rivière, au sud de la parallèle de la station Kazanka.

De Nikolaïew à Alexandrovsk.

Les rives escarpées de l'Ingoul montrent à Nikolaïew des couches sarmatiques (p. 12—13), entre autres des calcaires blanchâtres et jaunâtres abondant souvent en mactres, des marnes blanchâtres et des argiles gris verdâtre. Çà et là on rencontre des intercalations de calcaire à nullipores et, dans les horizons supérieurs, des argiles calca-

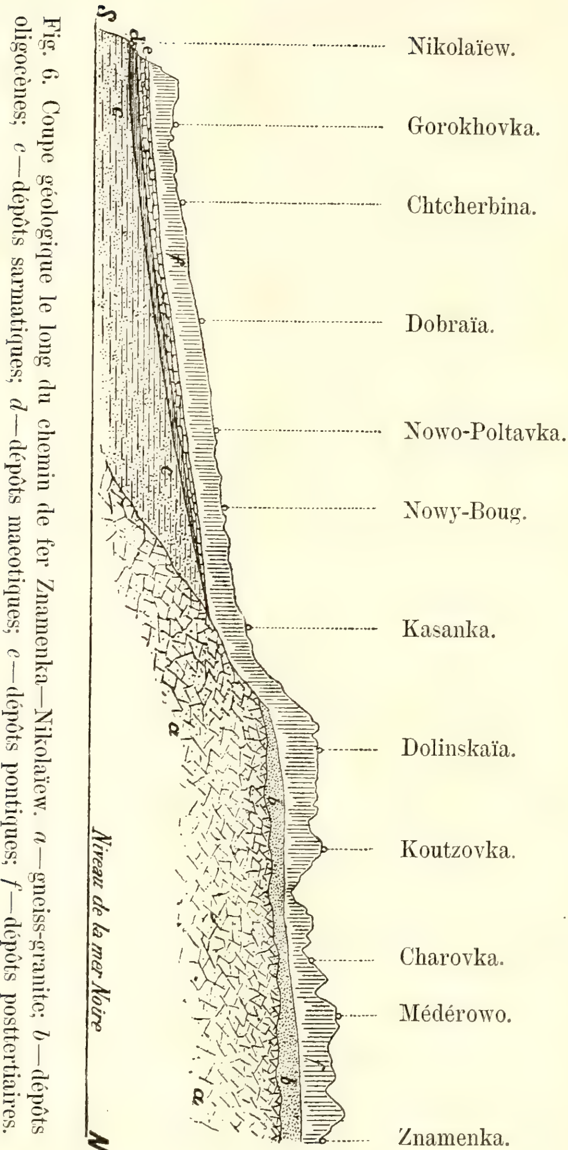


Fig. 6. Coupe géologique le long du chemin de fer Znamenka—Nikolaïew. *a*—gneiss-granite; *b*—dépôts oligocènes; *c*—dépôts sarmatiques; *d*—dépôts maeotiques; *e*—dépôts pontiques; *f*—dépôts posttertiaires.

rifères et des marnes à *Limnea*, *Planorbis* et autres mollusques d'eau douce.

Sur la rive du liman du Boug, on voit près du débouché de Popowaïa-Balka, et jusqu'à 9—10 mètres au-dessus du niveau de l'eau, des calcaires blancs et blanchâtres de l'étage sarmatique, interstratifiés de minces lits d'argile gris bleuâtre. Ces calcaires, à l'exception des horizons supérieurs sans fossiles, contiennent en profusion des mactres (*Mactra ponderosa* Eichw.). A une petite distance de là, vers le sud, plus près de Balka, Chirokaïa, les couches sarmatiques dont le niveau supérieur est sensiblement incliné vers le sud, supportent des dépôts maeotiques composés d'une alternation d'argile gris verdâtre et de calcaire gris clair jaunâtre à *Dosinia exoleta* et *Cerithium disjunctum*. Au sud de Balka-Chirokaïa ces dépôts s'abaissent considérablement, mais plus loin, sur la rive est du liman, on ne voit plus de bonnes coupes. Le bord ouest du liman, au contraire, offre sur toute sa longueur, depuis Warwarovka, en face de Nikolaïew, jusqu'au cap Sarykal, une coupe presque ininterrompue des dépôts néogènes et posttertiaires, développés dans la contrée (fig. 7). Les couches sar-

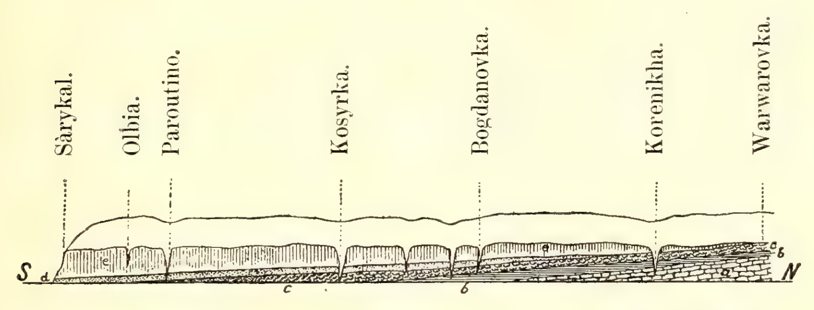


Fig. 7. Coupe géologique du bord ouest du liman du Boug. *a* — dépôts sarmatiques; *b* — dépôts maeotiques; *c* — dépôts pontiques; *d* — sables posttertiaires; *e* — argiles et loess.

matiques vont disparaître sous le niveau du liman non loin du village Nowaïa-Bogdanowa. Au sud de Kozyrka, les couches maeotiques disparaissent également et les coupes ne montrent plus que des couches pontiques, composées du calcaire jaune caractéristique du pontique (p. 14), d'argile calcarifère gris verdâtre et de sable gris jaunâtre. Au-dessus viennent des sables postpontiques à galets et blocs de gneiss-granite et de calcaire pontique d'origine fluviatile, supportant des argiles brun rougeâtre posttertiaires et du loess jaune. Près du cap Sarykal le calcaire pontique s'abaisse jusqu'au niveau du liman et, plus loin au sud, on ne voit dans le bord escarpé que les anciens sables fluviatiles mentionnés et les argiles de formation terrestre.

Il convient de faire observer qu'au bord ouest du liman du Boug, au sud du village Paroutino, dans une localité occupée autrefois,

croit-on, par Olbia, florissante colonie de l'ancienne Grèce, on a trouvé de nombreux objets de l'époque de l'ancienne Grèce, mis à nu, grâce à de fréquents éboulements du rivage élevé, miné par les eaux du liman.

Le vaste liman du Dniepr, auquel vient se joindre le liman du Boug, est bordé, au sud, par une bande de terrain plat, formé de sable et de coquillages apportés par les vagues de la mer. Le bord nord, au contraire, assez haut et escarpé, présente une série presque ininterrompue de coupes, formées en plus grande partie de loess couché sur des argiles brun rougeâtre. En quelques rares points seulement apparaissent, sous les argiles, des sables stratifiés. Près de l'embarcadère Gloubokaïa affleure le calcaire pontique s'élevant à peine au-dessus du niveau de l'eau.

Le Dniepr a déjà comblé de ses dépôts une grande partie à l'est du liman et continue jusqu'à nos jours à rapprocher son delta de la mer. Le fleuve se déverse dans le liman par de nombreux bras que séparent des îles basses et des bancs formés de sable fluviatile et de vase. Ce sont les „Ghirly".

A Kherson la rive droite du Dniepr, assez élevée en cet endroit, montre un calcaire pontique brun foncé poreux, souvent caverneux. Le même calcaire s'observe en amont de la ville; vers le confluent de l'Ingouletz viennent s'y ajouter des couches maeotiques.

Le côté gauche du delta, les „plavni" (p. 4), est plat; vers l'intérieur du pays la plaine passe par une élévation à peine sensible aux dunes d'Alechki, qui occupent une superficie de plus de 120,000 hectares.

La rive droite, haute de 15 mètres, près du village Kazatsky, offre les coupes les plus nettes et les plus complètes des dépôts pontiques et maeotiques de la région (fig. 8). Au haut de l'escarpement fait saillie un calcaire pontique jaune rougeâtre (*b*), très altéré dans ses couches supérieures. Un mince lit d'argile (*c*), contenant des mollusques d'eau douce, sépare ce calcaire d'un calcaire oolithique sous-jacent de couleur jaunâtre (*d*). Puis viennent une intercalation marneuse à *Planorbis* et *Helix* et, en dessous, les couches méotiques (*e*, *f*) parmi lesquelles prédominent des calcaires gris jaunâtre à *Dosinia exoleta* et *Cerithium disjunctum* (p. 13). Des dépôts également d'eau douce et des traces plus ou moins distinctes d'une ancienne érosion (*g*) séparent les dépôts maeotiques des sarmatiques, formés d'argiles gris verdâtre et de calcaires marneux blanchâtres à coquilles de *Mactra* (*h*).

Les mêmes dépôts s'observent presque sans interruption dans la rive escarpée vers Bérislaw. Partout le calcaire pontique s'avance en corniche; de même que les calcaires maeotiques recouvrant les marnes blanchâtres et les calcaires sarmatiques. Plus on remonte le Dniepr, plus la limite supérieure des dépôts sarmatiques s'élève.

Au village Katchkarovka, où l'on se propose de s'arrêter, le sarmatique atteint une hauteur de 20 m. au-dessus du niveau du fleuve. Les calcaires blanchâtres compacts de la base, en partie oolithiques, sup-

portent une assise assez importante de marnes blanchâtres alternant avec des argiles verdâtres. En dessus viennent des calcaires jaunâtres et jaune rougeâtre pontiques, couronnés par une assise assez puissante d'argiles gris verdâtre et brun rougeâtre posttertiaires, recouvertes de loess gris jaunâtre. Les dépôts maeotiques ne se rencontrent plus ni à Katchkarovka ni vers l'amont. Les calcaires sarmatiques s'élevant toujours plus haut dans la rive, vont remplacer vers l'amont les couches pontiques qui ne s'observent plus qu'à une certaine distance du Dniepr.

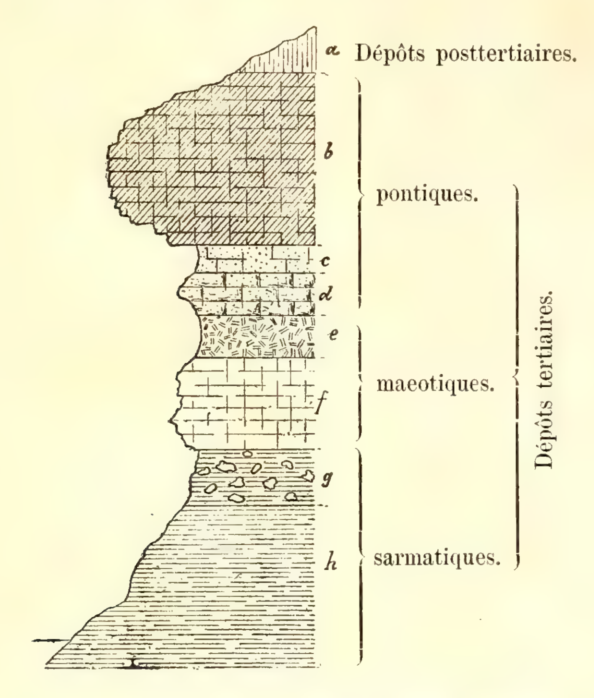


Fig. 8. Coupe géologique près du village Kazatskaïa.

A une petite distance vers le nord de Nowo-Worontsowo, le gneiss-granit apparaît pour la première fois au bord du liman Wélikié-Wody (partie inondée de la vallée de la Bazavlouk). La même roche affleure au confluent de la Tchertomlyk et, sur la rive gauche, en face de Nikopol, tandis que sur la rive droite on ne voit dans les escarpements au pied de ce village qu'une puissante assise de loess gris foncé.

De là jusqu'à Alexandrovsk le trajet se fera la nuit. Sur ce parcours, c'est surtout la rive droite du Dniepr qui offre des affleurements. Les coupes montrent les dépôts sarmatiques et pontiques recouverts d'une assise plus ou moins puissante d'argiles posttertiaires et de loess.

Aux abords d'Alexandrovsk des sables paléogènes viennent se montrer de-dessous les couches sarmatiques, parmi lesquelles les for-

mations sableuses sont ici les plus considérables. Le gneiss-granite affleure de plus en plus souvent et aux alentours de la ville d'Alexandrovsk il forme sur les deux rives du Dniepr de hauts rochers; en même temps il se montre au fond des ravins et vallons importants. Au bord escarpé de l'île de Khortitza, lieu de séjour de la première Setch des Cosaques Zaporogues, le gneiss-granite affleure sur toute son étendue ou peu s'en faut. Les roches les plus pittoresques des gneiss-granites se dressent dans la localité „Sagaïdak“ et au passage près de Kitchkas, à Woltchié-gorlo (gueule de loup), où ils viennent des deux côtés resserrer le fleuve.

Si le bateau à vapeur arrive à Alexandrovsk assez tôt et que les routes soient suffisamment sèches, il se fera une excursion à la rivière Konka où on verra un affleurement de couches à *Venus Konkensis* (cf. *marginata*) et *Cardium Andrussowi*, renfermant, outre des représentants de la faune de l'étage méditerranéen, des formes déjà caractéristiques des dépôts sarmatiques. La route d'Alexandrovsk au village Nowo-Grigorievka sur la Konka se dirige vers le sud-est à travers une steppe découpée par de profonds vallons. Dans les nombreux ravins des alentours de Nowo-Grigorievka on observe de puissants dépôts sarmatiques, composés surtout de sables quartzeux stratifiés jaunes ou blancs, contenant par places en profusion des coquillages de mollusques. Les sables supportent un calcaire sarmatique blanchâtre qui se voit recouvert, au haut des ravins creusés dans les parties plus élevées de la steppe, par des calcaires et argiles pontiques. Sur la rive gauche de la Konka, en amont du village Wessioloïé, des faluns sarmatiques (fig 9, *a*) recouvrent un sable vaseux à *Venus Konkensis* (*b*), superposé à des argiles tenaces grises et noires (charbonneuses). Plus bas viennent des sables jaunes (*c*) cimentés en grès tendre et des argiles vertes (*d*) d'âge paléogène.

Dans le cas où cette excursion ne pourrait pas se faire, on se propose d'aller visiter les affleurements les plus importants des gneiss-granites au rocher „Sagaïdak“ et au passage du Dniepr près de Kitchkas.

Une autre petite excursion à Kochéoumovka aura pour but de montrer aux géologues les dépôts abondant en fossiles bien conservés de l'étage sarmatique, développé dans les environs du village.

Le même jour on partira, par le train de poste, d'Alexandrovsk à Lozowaïa, station du chemin de fer Koursk-Kharkow-Azow. La région à parcourir offre une steppe assez plane près d'Alexandrovsk, découpée par des ravins profonds et des vallées entre les stations Zaïtséwo et Warwarovskaïa. Dans la première partie du parcours, c'est-à-dire jusqu'à la descente dans les vallées de la Woltchaïa et de la Samara, la ligne du chemin de fer traverse un développement de couches sarmatiques, déposées dans un vaste golfe de la mer sarmatique peu profond qui s'étendait au nord du massif des gneiss-granites



Fig. 9. Affleurement de dépôts tertiaires près du village Wessiolaïa sur la Konka. *a* — dépôts sarmatiques; *b* — dépôts méditerranéens; *c* — dépôts sableux oligocènes; *d* — argile oligocène.

de la Russie du sud. Parmi ces dépôts on rencontre le plus souvent des roches sableuses et des argiles, çà et là très gypsifères. Parfois les couches sarmatiques recouvrent immédiatement les gneiss-granites, parfois elles en sont séparées par des sables paléogènes à concrétions de grès et amas de kaolin. Au nord de Pavlograd on ne rencontre plus ni dépôts sarmatiques ni anciennes roches cristallines. On n'y voit que de puissantes assises paléogènes, composées de dépôts sablo-argileux plus ou moins glauconieux, recouverts par des sables quartzeux blancs ou jaunes contenant parfois des concrétions de grès quartzeux ou ferrugineux.

XXII

DE WLADIKAVKAZ A TIFLIS

PAR

la Route Militaire de Géorgie

PAR

F. LOEWINSON-LESSING.

I. Avant-propos et aperçu général.

Orographie.

Le système du Caucase [1]) est divisé par les vallées de la Rion et de la Koura en deux chaînes que l'on distingue sous les noms de Grand Caucase et Petit Caucase ou Anticaucase; au-delà de ce dernier s'étend le plateau Arménien.

L'orographie du Caucase est très compliquée et nous ne saurions en donner une esquisse complète sans dépasser les limites d'un guide sommaire d'une seule coupe de la partie centrale de la chaîne. C'est pourquoi nous nous bornerons à plusieurs indications sommaires.

Le Grand Caucase se prolonge, tantôt en ligne droite, tantôt avec des sinuosités plus ou moins prononcées (entre l'Elbrous et Borbalo) depuis Anapa, sur la Mer Noire, jusqu'à Ilkhi-Dagh, sur la Mer Caspienne; sa direction est NW—SE. La chaîne méridionale des Montagnes Mesques ou de Souram sert de trait d'union entre les deux Caucases. Les plus hautes cimes du Grand Caucase sont:

l'Elbrous — 18525 p. (5636 m.)
le Kochtan-Taou — 17091 p. (5209 m.)
le Dygh-Taou — 16925 p. (5158 m.)
le Kasbek — 16546 p. (4768 m.)
l'Adaï-Goh — 15244 p. (4646 m.)

[1]) Le nom de Καύκασος se trouve pour la première fois dans la tragédie d'Eschile: Prométhée enchaîné (479 a. J. Chr.). On suppose que ce mot est d'origine arienne et qu'il signifie „montagne".

Cette dernière montagne sert de noeud orographique; c'est là que prend naissance une importante chaîne tributaire qui se prolonge avec interruption jusqu'à la Mer Caspienne en longeant au nord, à peu près à une distance de 20 kil., la chaîne principale servant de ligne de partage des eaux. C'est cette „Chaîne Latérale“ avec le Kasbek (16546 p.) et 9—10 autres cimes de 12000 à 15000 p., qui renferme le massif central granitique et qui doit être considérée comme la chaîne principale au point de vue de la tectonique. La chaîne latérale et la chaîne principale sont reliées entre elles par sept embranchements qui partagent la vallée longitudinale entre ces deux chaînes en sept bassins distincts. En suivant la Route Militaire de Géorgie, nous passerons par la vallée de la Térek; la gorge Troussovskoïé conduit au col qui la sépare du bassin de l'Ardon; la vallée de Djouty et le Col de Gvélis-Mta la séparent du bassin de l'Assa.

Au nord de la chaîne latérale s'étendent 2—3 chaînes de calcaires jurassiques et crétacés qui servent de contreforts et sont séparés de la chaîne latérale, et entre elles, par des vallées longitudinales; ces vallées (du moins quelques-unes) sont des anticlinaux détruits.

Le versant nord est plus long et a une pente plus douce que le versant sud qui est abrupt. La ligne de partage des eaux est tantôt une crête aigue et étroite, tantôt une plaine plus ou moins large et quelquefois marécageuse. Deux grandes routes réunissent la Transcaucasie à la plaine anticaucasienne: la route militaire de Géorgie qui conduit de Wladikavkaz à Tiflis par le Col de la Croix, et la route militaire d'Ossétie qui mène à Koutaïs par le Mamisson. Les autres cols ne peuvent être atteints qu'à pied ou à cheval, par des sentiers plus ou moins praticables. Dans la partie centrale il faut mentionner le Col de Roki, entre la Liakhva et l'Ardon, et celui de l'Arkhotis entre l'Assa (Kolotanis) et l'Aragva.

Tectonique.

Abich considérait le Grand Caucase comme un énorme anticlinal renversé vers le nord et attribuait à tous les dépôts une inclinaison isoclinale vers le nord. Les recherches de Favre, Sorokin, Simonovitch, Karakasch, Inostranzeff, Fournier, Loewinson-Lessing et d'autres ont peu à peu démasqué nombre de details tectoniques et ont modifié la conception simplifiée d'Abich. Voici en peu de mots les principaux traits tectoniques de la partie centrale de la chaîne que nous visiterons.

Les schistes paléozoïques et les schistes liasiques constituent le grand anticlinal fondamental; il est renversé, comprimé en éventail et renferme le massif central granitique, avec des gneiss et des micaschistes, ainsi que tout un système de nappes filonnaires de roches basiques (diabases, porphyrites, diorites). Le tout est percé et surmonté d'énormes coulées de laves andésitiques récentes et de volcans plus ou moins bien conservés.

Il y a des discordances plus ou moins marquées entre le lias et le jurassique supérieur, entre celui-ci et le crétacé, entre ce dernier et le tertiaire (néogène).

L'inclinaison de toutes ces couches est en général homoclinale, avec plongement vers le nord (*NNW* ou *NNE*), mais non isoclinale: les angles d'inclinaison varient.

Outre l'anticlinal principal, il y a plusieurs plis moins considérables sur les deux versants.

Les schistes paléozoïques et le lias sont redressés, renversés, fortements plissés ou fracturés. Le jurassique supérieur a en général une inclinaison plus douce et tend quelquefois à former des plis couchés, indépendants des plis anciens; les plis du tertiaire ne coïncident pas avec ceux des couches plus anciennes.

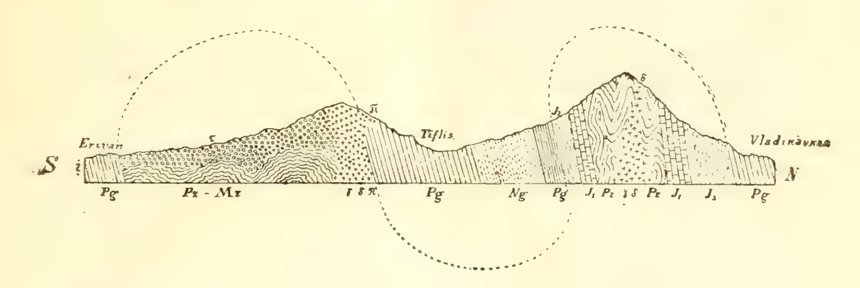


Fig. 1. Coupe transversale simplifiée au travers du Caucase et de l'Anticaucase. *Ng*—néogène; *Pg*—paléogène; J^3—jurassique supérieur (et crétacé dans d'autres parties de la chaîne); J^1—lias; *Pz*—schistes paléozoïques plissés: γ, δ—massifs granitiques et diabases: π—porphyres; τ — trachytes, andésites: *Pz* — *Mz* — dépôts sédimentaires plissés de l'Arménie.

Il y a en certains endroits différence de faciès sur les deux versants; mais en somme le schéma d'un énorme anticlinal renversé, à flancs refoulés et agrandis par des plis plus récents qui leur sont adossés, ne saurait être complètement rejeté.

Il y a pour le moins deux directions de mouvements orogéniques: une plus ancienne *NNW* et une plus récente *NNE*.

Sur le versant sud il y a une faille assez importante (voir Ginvani, Ananour). Les calcaires jurassiques du versant nord sont refoulés par l'anticlinal ancien.

Les contreforts calcaires du versant nord sont séparés entre eux et de la chaîne principale paléozoïque (et liasique) par des vallées longitudinales dans des anticlinaux détruits.

L'élévation de la chaîne a commencé après le lias. Les principaux mouvements orogéniques se rapportent à l'époque jurassique, au crétacé et au miocène. Les mouvements orogéniques continuent de nos jours et se manifestent par de fréquentes secousses seismiques.

Géologie.

Sur le parcours de notre excursion, nous aurons l'occasion de rencontrer les dépôts variés d'un nombre assez considérable de systèmes, ainsi que des roches éruptives. Voici l'énumération de ces dépôts:

Schistes paléozoïques.
Lias.
Jurassique.
Paléogène.
Néogène.
Dépôts glaciaires.
Alluvions.
Roches plutoniques anciennes
Roches volcaniques récentes.

La série paléozoïque est représentée par des schistes argileux foncés ou noirs avec des intercalations de grès et parfois de quarzites. M. Favre a trouvé dans ces schistes, qu'Abich considérait comme liasiques, des restes de Bythothrephis. Ms. Inostranzeff, Stréchewsky et Loewinson-Lessing ont découvert dans les schistes des tronceaux de Calamites et, dans les grès, des empreintes de plantes indéterminables. Les schistes sont fracturés, plissés et renversés.

Le lias est constitué par des calcschistes, des schistes argileux, des schistes argilo-talqueux clairs, dépourvus de fossiles. Quant au jurassique supérieur, il contient des fossiles, mais malheureusement en mauvais état de conservation. Sur le versant nord ce sont des calcaires cristallins, des dolomies, des calcaires oolithiques; sur le versant sud une série de calcaires siliceux et argileux compacts et bigarrés, ainsi que des calcaires cristallins. Si le calcaire d'Aranissi était reconnu comme appartenant au jurassique supérieur, la série bigarrée susindiquée pourrait bien se manifester comme liasique; j'y ai trouvé un ammonite indéterminable.

Le paléogène a pour représentant les conglomérats et les grès de Ginwani, avec des restes de coquilles triturées et des Nullipores (Lithotamnium), ainsi que la série de marnes et grès à gypse et lignite entre Mtskhet et Tiflis (oligocène).

Le néogène est plus varié. Nous y avons une série de roches très diverses de l'étage sarmatique: marnes bigarrées, grès, conglomérats, argiles; l'une des couches renferme des moulages de Helix écrasés. Je rapporte au pliocène les conglomérats de Bodorno, Douchet etc., dont il est question dans la description des journées 4-me et 5-me de l'excursion.

Les dépôts glaciaires sont tantôt de véritables moraines, tantôt des dépôts fluvioglaciaires à blocs erratiques, adossés en terrasses aux flancs de la vallée de la Térek. Quant aux alluvions, il n'y a qu'à citer les galets du lit des fleuves et, çà et là, des dépôts limoneux loessoïdes avec des gastéropodes terrestres.

Les roches éruptives offrent une diversité très intéressante et méritent une étude plus attentive.

Toutes les laves récentes appartiennent aux andésites. Une partie de ces roches sont des andésites à amphibole (Kasbek): la majeure partie des andésites à pyroxène appartient aux andésites à enstatite.

Les andésites présentent une grande diversité par leur aspect extérieur; elles contiennent toutes un pyroxène rhombique et quelquefois un peu d'augite. On pourrait distinguer plusieurs types en se basant sur l'élément ferro-magnésien: 1) la série du Kasbek est caractérisée par des cristaux corrodés d'amphibole et un pyroxène rhombique incolore; 2) le groupe de Sioni appartient aux andésites à pyrox ne et biotite; 3) la série de Goudaour-Mléty est remarquable par l'association d'enstatite et de phénocrytes macroscopiques d'amphibole entièrement corrodée et pseudomorphosée. Dans ces andésites de Mléty il faut relever l'abondance de pseudomorphoses magmatiques d'amphibole en cristaux de première consolidation, visibles à l'oeil nu. Enfin méritent d'être citées les brèches volcaniques, les tufs, les roches pipernoïdes et les taxites trachytiques du Kasbek.

La série ancienne des roches basiques filonnaires se rapporte aux diabases, diorites, métadiorites, porphyrites holocristallins à amphibole verte et à diallage. Il y a aussi des „porphyritoïdes", surtout dans la vallée du Devdorok, ainsi que des couches paléozoïques métamorphosées par la roche éruptive. La plupart des roches filonnaires offre un aspect plus ou moins cataclastique et souvent catalytique. Les phénomènes de fusion et de corrosion des roches encaissantes sont cités dans l'itinéraire.

Reste la série granitique. Nous y avons une granitite amphibolifère à gros grain, des variétés rappelant la protogine, des roches taxitiques („schlieriger Granit"), enfin des gneiss et des greisen. Certains échantillons de granit montrent des phénomènes de cataclase plus ou moins forte. Les gneiss sont tous extrêmement cataclastiques et sont pour la plupart des „métagneiss" ou, surtout, des „clastogneiss".

Ceux qui s'intéressent aux minéraux peuvent recueillir des cristaux de calcite (entre Balta et Lars), de pyrite et de beaux échantillons de quartz incolore (cristal de roche) aux environs du Kasbek, peut-être aussi de l'albite et des zéolithes.

Ethnographie. Archéologie. Histoire.

Au point de vue de l'ethnographie et de la linguistique, la population du Caucase offre une diversité pleine d'intérêt et loin d'être étudiée à fond. On prétend que la population ancienne du Caucase appartenait au type dolychocéphale, comme le démontrent les crânes trouvés à Mtskhet, Délijan etc., tandis que tous les habitants actuels appartiennent au type brachycéphale. Les chrétiens, les musulmans, les païens; les peuples ariens, sémitiques et mongoles; les représentants des cultures les plus variées et parlant une multitude de langues hété-

rogènes, ont partagé le Caucase entre eux. Les innombrables langues et idiomes des peuples du Caucase ne sont point encore suffisamment étudiés. On les groupe comme il suit:

Groupe Ouralo-Altaïque.

Groupe Arien.

Groupe Kartvélien ou Ibérique = (groupe Caucasien propr. dit).

Groupe Montagnard occidental.

Groupe Montagnard oriental.

Il serait trop long d'énumérer toutes les peuplades du Caucase; voici celles que nous rencontrerons, sans compter les Russes et les Allemands (colonie près de Tiflis):

Cosaques de la Térek (Russes et Petits-Russiens).

Osses ou Ossètes (orthodoxes et musulmans).

Ingouches, parents des Tscherkesses Adighé; (musulmans).

Géorgiens (Kartvéliens), orthodoxes.

Mokhéviens, tribu géorgienne.

Pchaves, tribu géorgienne.

Khevsours, tribu montagnarde; païens pseudochrétiens, parlant le géorgien; on les considére comme des épaves du temps des croisades.

Arméniens.

La Route Militaire de Géorgie longe, depuis Wladikavkaz jusqu'à Kobi, la vallée de la Térek, en perçant la chaîne latérale sur une distance de 12 kil. par le défilé du Dariel (ou Darial). Différents points de cette route et de ses environs ont été poétisés et chantés par nos grands poètes Pouschkine et Lermontoff. La route remonte ensuite la gorge de la Baïdarka, passe par le col de la Croix (2431 m.) et descend, par la chaussée de Zémo-Mléty (érigée en 1861), dans la vallée de l'Aragwa Blanche qu'elle redescend jusqu'à Ananour. Après avoir passé par les hauteurs de Douchet, elle revient à l'Aragwa et passe près de Mtskhet sur la rive droite de la Koura qu'elle longe jusqu'à Tiflis.

La route a plus de 200 kil. de long; les pentes ne dépassent pas $1/20$—$1/26$: les premiers ponts sur la Térek furent construits en 1809. Les troupes russes et les peuplades montagnardes connaissaient cette route depuis longue date; en 1769 les troupes russes, envoyées pour défendre la Grousie (sous le tsar Iraklès) contre les Turcs, passèrent pour la première fois par la gorge du Dariel.

La supposition que la gorge du Darial ait servi de passage aux peuples asiatiques qui venaient envahir l'Europe, ne semble point être suffisamment fondée. Toutefois ce défilé a servi de chemin aux peuplades montagnardes qui venaient périodiquement envahir la Géorgie et qui dominaient complètement sur ce défilé avant l'affermissement du pouvoir russe. Selon les chroniqueurs géorgiens, les premiers forts du Darial furent érigés au II s. a. J. Ch. Les forts et les conquérants s'y succédèrent à beaucoup de reprises et les escarpements du Dariel pourraient nous conter beaucoup de guerres, de batailles, de massacres. Les anciens connaissaient ce défilé; on croit le reconnaître dans la

„Porte Caspienne“ décrite par Procope, l'auteur de l'histoire des guerres des Romains contre les Perses: ou bien encore dans la „Porte Caucasienne“ de l'Ibérie, décrite par Pline dans son „Historia naturalis“. Le défilé en question est connu chez les chroniqueurs géorgiens sous beaucoup de noms différents; le plus usité est celui de Dariel ou Darial. On suppose que ce mot provient du mot perse dar ou der, qui signifie porte (Thür, door, dwer); Dar-i-Allan signifierait la porte Allane, ou des Allans.

Le Kasbek a reçu son nom actuel au commencement de notre siècle; ce sont les Russes qui l'on introduit en l'empruntant au nom de famille du chef ou „moourave“ Kasbek qui habitait ici le village de Stépan-Tsminda et servait d'intermédiare entre la Russie et la Géorgie avant son annexion. Les géorgiens l'appellent Mkinvari (neigeux, glacé) ou encore Kirvan-Tsvéri; les Osses—Ours-Goh (montagne blanche), Chresté-Tsoub (m. du Christ) etc. Aux environs du Kasbek il y a plusieurs ruines sacrées. En face de la station et du glacier Orotsvéri se trouve l'église Tsminda-Sameb. C'est une des plus anciennes églises, qui était peut-être autrefois un monastère; dans le massif et les embranchements du Kasbek on trouve beaucoup de caverns qui ont pu servir d'habitation aux anachorètes. La légende populaire rapporte l'érection de cette église au règne de Tamara, la tsarine favorite et légendaire des Géorgiens. Entre les glaciers Abanot et Orotsvéri, on voit, à plus de 3500 m. d'altitude, des restes de ruines qui semblent confirmer la légende populaire d'un cloître inaccessible, du nom de Bétlem, renfermant de grandes richesses.] Les habitants indigènes considèrent la cime du Kasbek comme inaccessible et ne peuvent en être dissuadés. La première tentative de faire l'ascension du Kasbek a été entreprise par Parrot en 1811; elle a été répétée par Colenati en 1844. Mais ce n'est qu'en 1868 que Freshfield, Moor et Tucker en atteignirent pour la première fois la cime. Une vingtaine d'années plus tard, l'ascension a été faite avec succès par le topographe Pastoukhoff.

Entre Balta et Lars on rencontre par-ci par-là les ruines d'anciens forts. Dans le défilé du Dariel se trouvent les ruines du château de la légendaire Tamara.

La gorge de la Baïdarka, qui conduit au col de la croix, a reçu son nom de Bidar, un Osse, qui avait, sous Iraklès II, la fonction de secourir les voyageurs russes et géorgiens dans cette partie inhospitalière de la route.

Le Col de la Croix doit son nom à une croix en pierre, érigée en 1824 pour désigner la cime du col. Cette croix se trouve à une distance d'un quart de kil. à gauche de la route actuelle. En russe on appelle ce col „Krestowaya Gora“ (le mont de la croix), ce qui a été mal traduit par Gamba le „Mont St. Christophe“.

La forteresse d'Ananour appartenait aux gouverneurs de la vallée de l'Aragva; celle dont les ruines se sont conservées, a été bâtie en 1704 par le prince (ou „éristave“) George. Ces „éristaves“ habitaient la ville de Douchet; la bastille d'Ananour leur servait de refuge et

c'est là qu'ils gardaient leurs trésors et leurs fortunes. Les Perses appellent Ananour „Kara-Kalkane-Kala", c.-à.-d. forteresse des boucliers noirs (c'est ainsi que les écrivains musulmans désignent les Pchaves et les Khevsours).

Bodorno est intéressant par ses nombreuses cavernes, ruines d'un ancien cloître d'anachorètes.

Mtskhet (ou Mtzkhéta), est l'ancienne résidence des tsars de la Géorgie jusqu'à 469, quand elle fut transférée à Tiflis; selon les légendes elle a été fondée par Mtskhetos, le fils de Kartlos qui fut la souche légendaire du peuple géorgien. Le roi Mirian qui fut converti en 318 par la Ste. Nina, y construisit une église qui devint la résidence du patriarche géorgien. La cathédrale actuelle a été érigée par le tsar Alexandre (1413 — 1442) à l'emplacement de l'ancienne église, détruite par Tamerlan lors de son invasion en Géorgie. Au nord de la cathédrale se trouve l'église Samtaure (Samtavro), transformée en couvent de femmes en 1811. En 1871 on découvrit, dans les tranchées de la chaussée entre les deux églises, un vaste sépulcre. Les tombeaux y sont déposés en deux étages: en bas, des puits avec des voûtes de galets. en haut, des caisses en dalles de pierre. Les tombes de l'étage inférieur renferment des objets de l'âge de fer et se rapportent au 10—11 siècle avant l'ère chrétienne; celles de l'étage supérieur contiennent des monnaies romaines du temps d'Auguste: les crânes sont dolichocéphales. Toutes ces trouvailles ont été transférées dans le Musée de Tiflis. Toutes les légendes qui se rapportent aux origines de la Géorgie se rattachent aux environs de Mtskhet. C'est dans les monts Kartli, sur la rive gauche de la Koura, en face de Mtskhet, qu'est enterré le légendaire Kartlos. C'est là que se trouvait la forteresse d'Armazi, connue de Strabon, de Pline, de Ptolomée, etc. A 10 kil. à l'ouest de Mtskhet sont situées les ruines du cloître Chio-Mghvimé; les moines y habitaient primitivement dans des cavernes. Une autre série de pareilles cavernes se trouve dans la montagne de Bodorno. Sur la rive gauche de l'Aragwa, en face de Mtskhet, est située une des plus anciennes églises de la Géorgie, Djvaris-Sakdari (église de la sainte croix), à l'emplacement de la croix érigée par la Ste. Nina. Plus à l'est il y a encore d'autres ruines.

Tiflis — en géorgien Tpilissi, de „Tpili" (chaud) à cause de ses thermes. Plusieurs auteurs dérivent ce nom de la racine slave tpl (chaud) et pensent que „Tiflis" et „Toeplitz" ont la même origine. Les géorgiens l'appellent aussi „Kalaki", ce qui veut dire „ville".

Tiflis a été fondé au IV s. Il serait trop long d'énumérer toutes les vicissitudes que la ville a éprouvées durant les 1500 années de son existence. Tiflis a été la capitale de la Grousie; c'est actuellement le chef-lieu de la Transcaucasie. La ville possède encore certains restes de son passé et sa partie asiatique garde jusqu'aujourd'hui un aspect tout particulier.

Principaux ouvrages et cartes à consulter [1]).

1. H. Abich. Prodromus einer Geologie der Kaukasischen Länder. (Mém. Acad. St. Pétersb., (6 sér.), VII, 1858.
2. Dinnik. Les glaciers anciens et actuels du Caucase. (Mém. d. l. Sect. Caucas. d. l. Soc. Géogr. Russe, XIV, p. 282—416.)
3. H. Abich. Atlas zu den geologischen Forschungen in den Kaukasischen Ländern. III Theil.
4. K. Rossikow. Etat actuel des glaciers du versant septentrional du Caucase central (Mém. Sect. Caucas. Soc. Géogr. Russe, 1896, I, p. 378).
5. D. Freshfield. The exploration of the Caucasus. 1896.
6. E. Favre. Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase. 1875.
7. E. Fournier. Description géologique du Caucase central. 1896. (Ann. d. l. Fac. de Sc. de Marseille, VII).
8. A. Inostranzeff, N. Karakasch, F. Loewinson-Lessing et S. Stréchevsky. Au travers de la chaîne principale du Caucase. 1896.
9. A. Lagorio. Die Andesite des Kaukasus. 1878.

Cartes de l'Etat-Major russe, à l'échelle de 1:210000 et 1:42000.
Cartes géologiques dans les №№ 6, 7, et 8.

En outre, il faut nommer les travaux d'Abich disséminés dans différentes publications, les „Matériaux pour la Géologie du Caucase", publiés par l'Administration des mines du Caucase, les Mémoires de la Section Caucasienne de la Société Impériale Géographique Russe et nombre d'autres publications anciennes et récentes.

II. Itinéraire et Description de l'excursion.

1-re journée.

Itinéraire. Wladikavkaz (départ 7 h. m.), Rédante, Balta, (8½), fort Djérakhovsky, Lars (12½, déjeuner; départ 2 h.), gorge du Darial. Kasbek (6 h.: dîner, promenade aux environs). Pour ceux qui désirent visiter le glacier du Devdorok: gorge du Darial, vallée du Devdorok, glacier (6 h. s.).

Wladikavkaz, chef-lieu des terres des cosaques de la Térek („Terskaïa Oblast") est situé à 715 m. d'altitude sur les bords de la Térek, dans une vaste vallée longitudinale qui se relie au plateau tertiaire de Stavropol. Ailleurs, plus à l'est ou a l'ouest, cette vallée est bordée du côté nord par des monts de dépôts tertiaires: ici ils font défaut. Le crétacé y manque de même; il est étiré ou érodé; pour l'observer il fau-

[1]) Je me borne à citer les ouvrages qui concernent soit le Caucase entier, soit la partie que nous visiterons. L'énumération de tout ce qui a été écrit sur le Caucase serait beaucoup trop longue pour un guide.

drait faire une excursion en delà de notre itinéraire. (Peut-être est-il représenté par les monticules, couverts de verdure, qui apparaissent à droite et à gauche de la chaussée, à 3—4 kil. de la ville). Plus à l'est, dans les bassins de l'Assa, de la Kambiléïevka, ainsi qu'à l'ouest, dans la vallée de l'Ardon, le crétacé est représenté par de puissantes assises de calcaires. M. Favre rapportait les calcaires de Rédante au crétacé, M. Karakasch leur attribue un âge tertiaire (éocène) et M. Fournier indique, dans son profil entre Rédante et Lars, différents étages du paléogène, du crétacé et du jurassique. Dans certaines variétés de ces calcaires qui sont généralement dépourvus de fossiles, j'ai trouvé des foraminifères: pourtant je ne saurais préciser l'âge de ces couches. Au point de vue lithologique il y a analogie avec les roches de Ginvani (paléogène) et d'Aranissi (jurassique). Plus loin, à 4 kil. de la ville, apparaissent pour la première fois des calcaires du jurassique supérieur; mais ce n'est que près du poste de cosaques et du jardin de Rédante, à 7 kil. de la ville, que nous nous arrêterons pour les examiner. Ce sont des dolomies grises compactes, des calcaires en partie siliceux et des microconglomérats qui plongent vers le NO 45°, ∠ 60°. A 3—4 kil. de Balta on rencontre des dolomies plus claires, parfois poreuses ou caverneuses.

Ces roches sont pauvres en fossiles; des *Rhynchonella* mal conservées, plusieurs autres fossiles, ainsi que des nids de calcite en gros cristaux, peuvent être ramassés dans une couche de dolomie grise, caverneuse et sablonneuse, intercalée aux roches précitées (à 3 kil. de Balta, à 6—8 pas du poteau). A $2^1/_2$ kil. de Balta on rencontre une bonne coupe de dépôts morainiques, formés par des cailloux et des

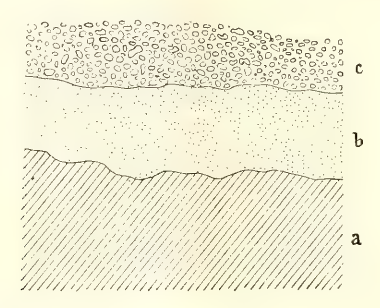


Fig. 2. Limon loessoïde (*b*) et moraine (*c*) sur les schistes paléozoïques (*a*).

blocs de roches cristallines et de schistes paléozoïques; les dimensions de ces blocs varient entre de petits cailloux et des blocs gigantesques de granit. Ce dépôt morainique est adossé en terrasse aux calcaires. Il remplit toutes les sinuosités de ces roches érodées, que l'on voit çà et là surgir de dessous la moraine.

A $1^1/_2$ kil. en deçà de la station Balta, la chaussée traverse une vaste vallée longitudinale, au milieu de laquelle est située Balta. Cette vallée est large à peu près de à 1—2 kil.; sur son flanc sud elle est bordée par un énorme ébouli, et ce n'est qu'après l'avoir dépassé que l'on voit réapparaître sur la chaussée les calcaires jurassiques.

C'est la première vallée longitudinale. Si l'on attribue, avec M. Favre, l'âge crétacé aux dépôts de Rédante (et Balta), cette vallée servirait de ligne de démarcation entre le premier contrefort calcaire (crétacé) et le suivant, formé par les calcaires du jurassique supérieur. Les roches qui longent la chaussée depuis l'éboulï de Balta, sont d'abord des calcaires oolithiques blancs, ensuite des dolomies caverneuses, traversées par une multitude de sources. En plusieurs points on y trouve des fossiles en mauvais état de conservation, surtout des *Rhynchonella* et de grands *Pecten.* En même temps que les dolomies, ont voit réapparaître, adossée aux dolomies, la terrasse morainique dont il a été question ci-dessus. Les oolithes et les dolomies plongent vers le N (ou NNW) $\angle$ 30°, et font place, après le 3 kil., à des calcaires siliceux foncés en couches épaisses, plongeant vers le NNW $\angle$ 40°. A mesure qu'on avance vers le fort Djérakhow, l'inclinaison des couches devient plus douce, mais en même temps on les voit prendre l'allure d'un synclinal renversé et refoulé. Le fort Djérakhow est situé dans la *seconde vallée longitudinale* qui coupe la chaîne du Caucase à la limite du jurassique supérieur et du lias; celui-ci

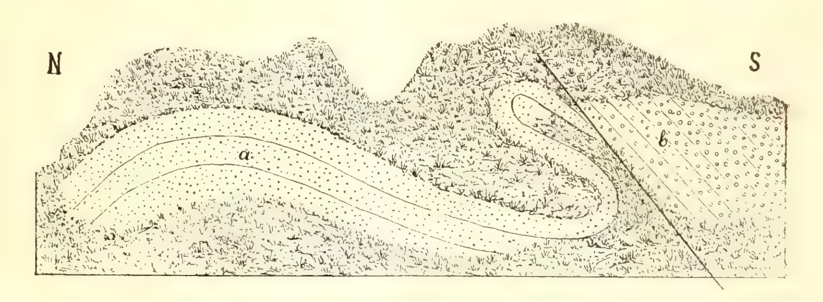


Fig. 3. Pli-faille de Djérakhow. *a* — jurassique supérieur; *b* — lias.

borde la vallée au sud. Le lias est représenté d'abord par des calcschistes feuilletés, ensuite par les schistes foncés que nous retrouverons sur une plus grande étendue au versant sud du Caucase. En face de Djérakhow ces couches plongent d'abord vers le sud et, après avoir fait, entre le 12 et le 13 kil., deux ou trois plis insignifiants, dès le 13 kil.—vers le nord. La vallée de Djérakhow est donc probablement un anticlinal détruit.

Une *troisième vallée longitudinale* coupe la chaussée près du village du Vieux Lars; c'est encore un anticlinal détruit: les schistes argileux, calcschistes etc. du lias plongent vers le nord, sur le bord sep-

tentrional de cette vallée, tandis qu'ils plongent vers le SSE15°, ∠ 65°, sur le bord méridional, et qu'ils conservent cette inclinaison jusqu'à la station de Lars.

Entre Lars et Djérakhow, surtout entre le 10 et le 11 kil., nous retrouvons la terrasse morainique qui atteint ici une épaisseur considérable. Cette terrasse est, paraît-il, d'origine fluvioglaciale et se rapporte à l'époque postpliocène, époque à laquelle la Térek n'avait pas encore creusé son lit jusqu'à sa profondeur actuelle. Cette terrasse est généralement adossée aux schistes; là où elle leur est superposée, on rencontre, sur les schistes dénudés, d'abord une couche plus ou moins considérable d'un limon loessoïde, ensuite le dépôt morainique.

Dans cette partie de la vallée de la Térek, les dépôts glaciaires jouent un rôle important; les blocs erratiques y sont très nombreux, dus en partie aux avalanches périodiques du glacier du Devdorok. Près de la station de Lars, on remarque dans le lit de la rivière le gigantesque bloc, connu sous le nom de pierre de Yermolow; il a 29 m. de long., 15 m. de large et 13 m. de haut., ce qui fait 5655 m³; il a été transporté pendant la célèbre avalanche de 1832 qui a encombré la vallée de la Térek de pierres, de glace et de boue sur un parcours de plus de 2 kil. et jusqu'à 90 m. de hauteur. On a évalué la masse de l'avalanche à plus de 15 millions de m³.

A mesure que nous remontons la vallé de la Térek, elle devient plus étroite, ses flancs deviennent plus escarpés et plus hauts et la chaussée s'élève sensiblement au-dessus du niveau du torrent. Bientôt après avoir quitté Lars, la chaussée entre dans la gorge du Darial, célèbre par les légendes qui s'y rattachent, par sa beauté sauvage et pittoresque, intéressante au point de vue de sa structure géologique. Les schistes liasiques font place à des schistes ardoisiers d'âge paléozoïque, avec des couches de grès intercalés. Ces schistes sont traversés par des filons de porphyrites et d'autres „Grünsteins" intrusifs (diabases, diorites). Ces filons deviennent plus nombreux et plus importants dès que nous pénétrons dans le massif central de l'anticlinal du Darial, massif granitique et gneissique de la chaîne dite latérale, dont font partie le Kasbek, le Koshtantaou, et nombre d'autres géants du Caucase. Un intérêt tout particulier se rattache à cette partie de notre excursion au travers du Caucase. La région granitique du Darial est le noyau, le massif central, de la chaîne „latérale" qui est réellement, au point de vue de la tectonique, la chaîne principale du Caucase. La chaîne ardoisière, ligne de partage des eaux, ne mérite sa dénomination de chaîne „principale" qu'au point de vue de l'orographie. C'est un exemple frappant de la non-coïncidence de la ligne de partage des eaux d'une chaîne de montagnes avec son noyau tectonique. *La gorge du Darial est un anticlinal en éventail avec un noyau granitique;* c'est le véritable noyau tectonique du Grand Caucase. La région granitique s'étend jusqu'à la vallée du Devdorok; la roche granitique est une granitite, quelquefois une protogine avec des nids et des intercalations de greisen, leptynites etc.

Le granit est accompagné de métagneiss oeillé dynamométamorphique; dans la gorge Kassarsky (vallée de l'Ardon), des quartzites micacés sont associés à ces gneiss. Vers l'ouest la région granitique s'élargit, devient plus importante et se réunit peu-à-peu avec la chaîne ardoisière qui est la ligne de partage des eaux. Le granit du Darial est une roche claire à gros grain; c'est une granitite amphibolifère, mais on y trouve aussi des variétés d'une teinte rouge, très riches en biotite, et des variétés aplitiques.

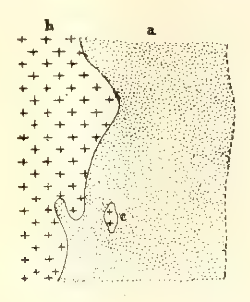


Fig. 4. Contact d'un filon le diabase avec le granite encaissant. *a*—diabase; *b*—granite; *c*—enclave de granite.

Il faut relever, à 1 kil. au nord du fort du Darial, un granit rouge taxitique („schlierig"); les parties à gros grains sont essentiellement quartzo-feldspathiques (à microcline), avec très peu de biotite: les parties rouges à grain beaucoup plus fin, au contraire, consistent essentiellement en mica rouge-brun et quartz, le feldspath y étant très subordonné. En admettant que ces deux variétés sont les produits

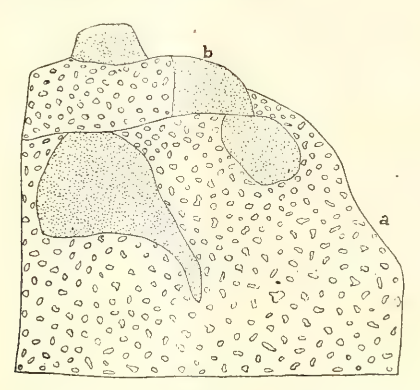


Fig. 5. Granite taxitique du Darial; *a* — parties claires à gros grain, riches en feldspath; *b*—parties rouges, à grain plus fin, riches en biotite.

d'une liquation d'un même magma, on aurait ici un exemple intéressant de différentiation: l'élément feldspathique et l'élément ferromag-

nésien ont la tendence de s'accumuler dans le magma en différentiation, chacun de son côté; c'est un cas général, comme je tâche de le prouver ailleurs.

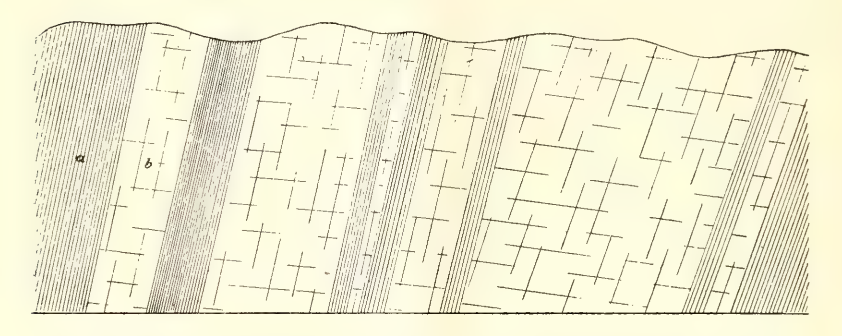


Fig. 6. Schistes paléozoïques (*a*) injectés de nappes intrusives de roches basiques anciennes (*b*) (Grünsteins). Rive gauche de la Térek, entre Kobis-Tskhali et Tsda.

Le granit est traversé par de nombreuses nappes filonnaires de diabases, diorites et porphyrites fortement métamorphosés. Lépaisseur de ces filons varie entre $^1/_2$ m. et 30 m. et davantage; le granite et les filons se succèdent à de petits intervalles; parfois la roche filonnaire parvient même à dominer sur le granite. Les filons sont souvent fracturés, ils montrent des failles locales. L'intrusion de ces filons a été postérieure à la consolidation du granite et ce dernier a été en partie résorbé et corrodé dans les salbandes. La figure 4 de la page précédente montre cette fusion partielle du granite au contact des filons.

Reste encore à mentionner que quelquefois les schistes paléozoïques, qui renferment le massif granitique et qui ont été injectés par le

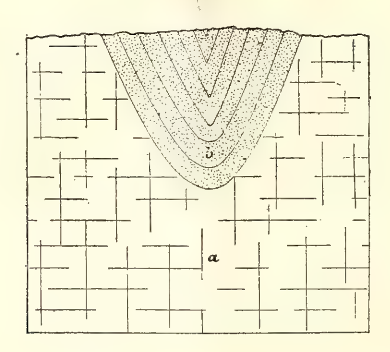
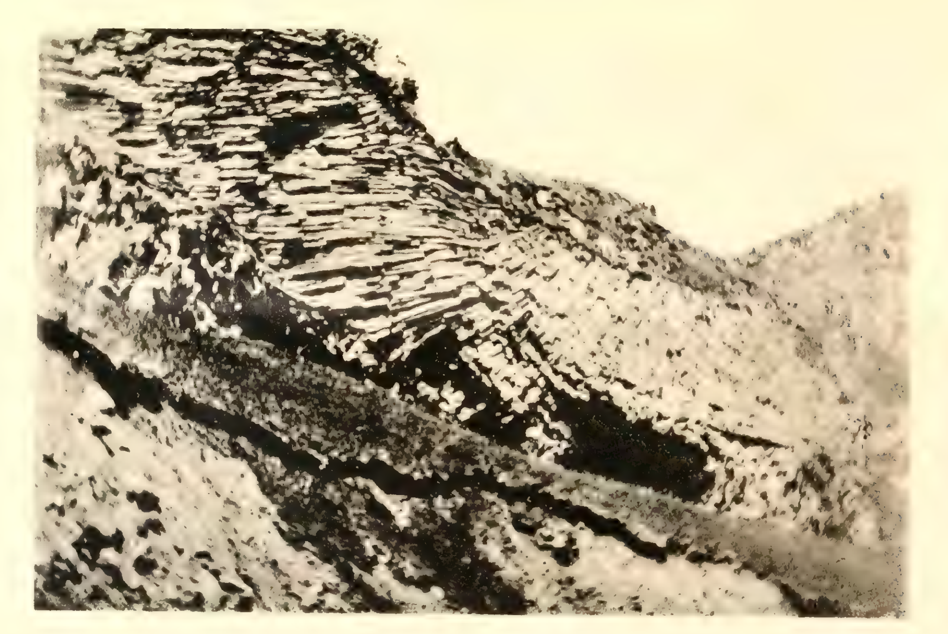


Fig. 7. Synclinal de schistes paléozoïques pincés dans le granite du Darial *a*—Granite, *b*—schistes paléozoïques.



Structure prismatique de la lave andésitique du Kasbek
Rive gauche de la Térek entre Kobis-Tskhali et Tchkhéri.

magma granitique, ont quelquefois été pincés par les granites durant la compression de la chaîne, postérieurement à l'intrusion du granit; ils offrent des aspects très compliqués (voir le petit synclinal de schistes pincés dans le granite, fig. 7).

Les filons ont une direction NE 20° NS.; ils sont souvent fracturés et traversés par des failles (fig. 10).

Après avoir passé par le pont du Darial, on se sépare près de Gvéléti: ceux qui désirent immédiatement visiter le glacier du Devdorok, remontent la vallée de la Kabakhi; ceux qui préfèrent passer la nuit en vue du Kasbek, continuent leur chemin par la chaussée qui longe les escarpements de la rive gauche de la Térek.

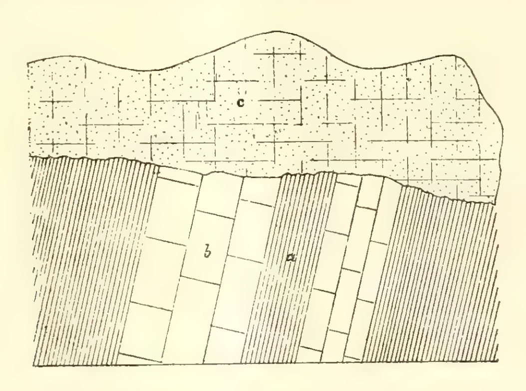


Fig. 8. *a*—schistes paléozoïques; *b*—filon de diabases; *c*—coulée de lave andésitique.

A peine a-t-on dépassé le poste de Gvéleti que l'on se trouve de nouveau dans la région des schistes paléozoïques et des nombreux filons de Grünstein métamorphiques. Les schistes sont érodés; là où ils sont traversés par des filons, ils résistent mieux à la dénudation. Ces schistes sont recouverts par de grandes coulées d'andésites, remarquables par leur structure columnaire. En certains points, entre l'embouchure de la Kobis-Tskhali (près de la fontaine) et celle de la Tchkhéri, la moraine recouvre les schistes, tandis qu'elle est recouverte elle-même par les coulées de laves. Les principaux traits de la structure de la chaîne du Caucase nous apparaissent ici avec une netteté et une évidence quasi-schématiques: dislocation des schistes paléozoïques, intrusion de filons diabasiques, érosion, dépôt de la moraine des glaciers du Kasbek, coulées de laves récentes, tantôt reposant sur la moraine, tantôt recouvrant directement les schistes (fig. 9).

Le Kasbek est un énorme cône à deux sommets. La cime blanche neigeuse du sommet principal se dessine en cône élégant au-dessus des parties environnantes de la chaîne et offre un aspect grandiose quand il n'est pas enveloppé de nuages et de brouillards. Le Kasbek atteint une altitude de 5043 m., et ne le cède dans la chaîne du Cau-

case qu'à l'Elbrous, le Kochtan-Taou et le Dykh-Taou. La base de cette pyramide gigantesque est formée par les schistes paléozoïques traversés par des filons de Grünsteins, en partie par des massifs de diabases et de granite. La pyramide elle-même est andésitique, elle est d'origine volcanique récente; l'activité volcanique récente du Kasbek a débuté dans l'époque tertiaire et s'est prolongée jusqu'après la grande extension des glaciers. D'énormes coulées d'andésites sont descendues du Kasbek en se dirigeant sur différentes directions dans la vallée de la Térek, ainsi que dans celles de plusieurs de ses affluents.

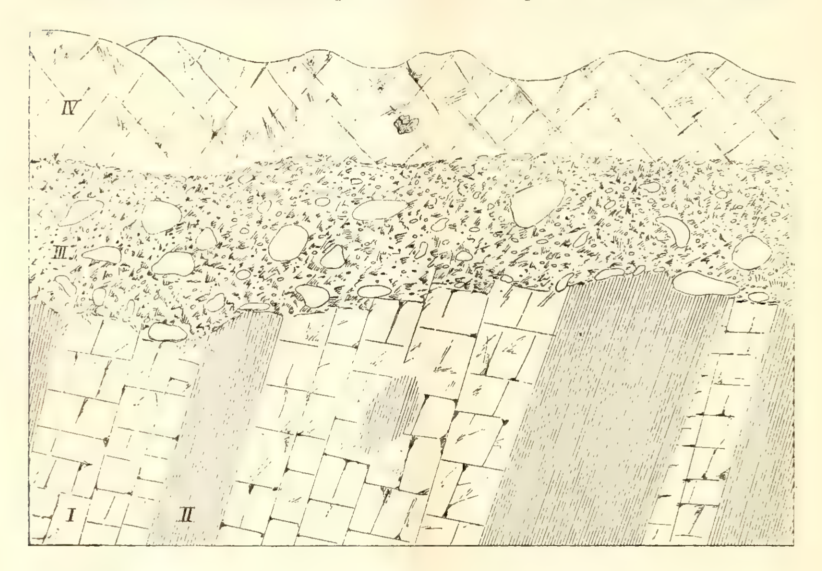


Fig. 9. Coupe schématique du flanc gauche de la vallée de la Térek entre Kobis-Tskhali et Tchkhéri. I. Nappes filonnaires et filons de diabases, porphyrites etc. II. Schistes ardoisiers paléozoïques. III. Dépôt morainique. IV. Coulée de lave andésitique.

L'étendue des glaces et des neiges éternelles du Kasbek est évaluée à peu près à 71 kil. carrés. Le Kasbek donne naissance à 8 glaciers de premier ordre, dont le plus considérable est celui du Devdorok.

Le glacier du Devdorok, devenu célèbre par ses avalanches qui détruisent périodiquement une partie plus ou moins considérable de la chaussée, est situé dans la partie supérieure d'une vallée latérale, aux sources de la Kabakhi. Le glacier descend du flanc septentrional du Kasbek vers le *NE.* Les eaux de fonte du glacier donnent naissance à un ruisseau, connu sous le nom d'Amilichka, et c'est à l'engorgement de ce confluent de la Kabakhi que M. Statkovsky attribue la cause des avalanches.

Le vaste plateau des névés qui alimentent le glacier est situé à 3600—3900 m. d'altitude. Le glacier descend à peu près jusqu'à



Glacier du Devdorok.

2300 m. et non loin de son extrémité un promontoire rocheux vient barrer la vallée et la transformer en une gorge étroite. Des deux (ou même trois) branches primaires qui se réunissent pour former le grand glacier, c'est celui de gauche qui est de beaucoup le plus considérable. La largeur maximale du glacier est de 2500 m. Là où il bute contre le promontoire, la largeur de la vallée diminue de 350 m. à 30 m.

Actuellement, après avoir reculé pendant une certaine période, le glacier semble être dans un état d'avancement. Une grande partie du glacier est couverte de boue, ce qui lui imprime une caractère morne et peu pittoresque. Le front du glacier est coupé à pic et présente dans la coupe une multitude de couches de boue. Les avalanches périodiques du glacier ont été l'objet de recherches répétées: elles sont dues à la crue périodique du glacier qui vient buter à un promontoire du flanc gauche de la vallée, jusqu'à ce qu'il parvienne à se frayer un passage, en précipitant dans la vallée une énorme quantité de glace, de boue et de blocs; le lac qui se forme derrière le glacier emprisonné par le promontoire, se transforme alors en un torrent déchaîné qui se précipite dans la Térek et encombre la vallée de la Kabakki et celle de la Térek de masses considérables de boue et de blocs. Près de Lars nous avons vu la gigantesque pierre de Yermolow, transportée par l'avalanche de 1832.

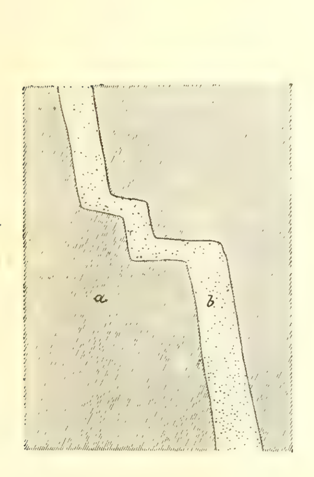


Fig. 10. Filon de diabase fracturé et traversé par plusieurs failles.

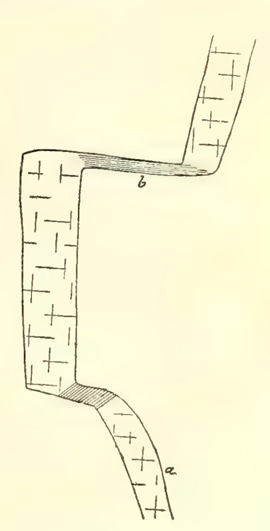


Fig. 11. Failles dans un filon de Grünstein. Vallée de la Devdorok.

Pour arriver au glacier, on traverse la partie inférieure de la vallée de la Kabakhi, encombrée de dépôts morainiques, et l'on suit un sentier très commode, pratiqué dans les escarpements du flanc droit

de la vallée. Ce sentier conduit au chalet, situé en face du glacier à peu près à un kilom. de distance. Les escarpements en question sont formés par les schistes paléozoïques susindiqués qui plongent vers le SSE avec une inclinaison de 60°. Les deux premiers kilomètres et les trois derniers offrent l'occasion d'étudier ces schistes, tandis que sur le reste de la route on ne longe que des éboulis. Les schistes ardoisiers, quelquefois chloriteux, sont injectés d'une multitude de filons (ayant une direction WE) de Grünstein, le plus souvent métamorphosés jusqu'à devenir complètement méconnaissables, surtout sous le microscope. Nombre de ces filons se rapportent à ce que j'ai nommé ailleurs des „*porphyritoïdes*".

Les filons sont fracturés, traversés par des failles, encore plus que ceux de la gorge du Darial (fig. 11).

2-me journée.

Itinéraire. 1-re variante: Kasbek (départ 7 h. m.), Tsminda-Sameb, glacier Orotswéri, embouchure de la Tchkhéri, Kasbek (ou Kobi).

2-me variante. Kasbek, Gvéléti, glacier du Devdorok, Gwéléti, Tchkhéri, Kasbek (ou Kobi).

Pour ceux qui seraient restés la veille au glacier du Devdorok: visite du glacier, Gvéléti, embouchure de la Tchkhéri, Kasbek (ou Kobi).

L'excursion dans la vallée de la Tchkhéri et au glacier Orotswéri, a pour but une visite du massif du Kasbek et un coup d'œil sur sa structure géologique. En face de la station, près du village de Kerghéty, dans le rocher de Tsminda-Sameb, sur le flanc droit de la

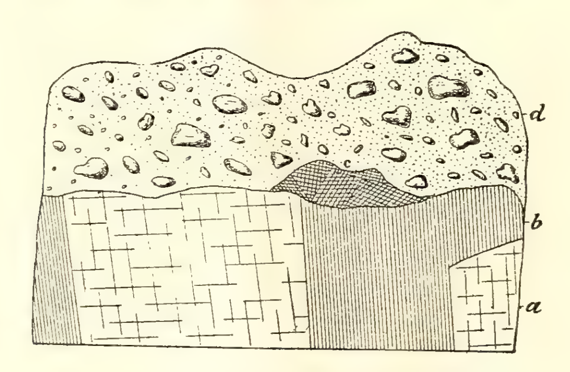


Fig. 12. Coupe à l'embouchure de la Tchkhéri, en face de la station Kasbek. *a* — filons de diabase; *b* — schistes paléozoïques; *c* — schistes écrasès; *d* — dépôt morainique.

gorge de la Tchkhéri — partout nous retrouvons les mêmes schistes ardoisiers, quelquefois avec des couches de grès; ils plongent vers le nord avec une inclinaison de 60°. Ce sont ces mêmes schistes qui

constituent la base du massif du Kasbek. Ces schistes sont recouverts par des coulées de laves et celles-ci par des tufs et des moraines. Le cône actuel du Kasbek est un cône andésitique récent. Mais l'activité éruptive du Kasbek ne semble pas être bornée à l'époque postpliocène, époque de l'épanchement des énormes coulées andésitiques. Le Kasbek doit avoir manifesté une activité éruptive plus ou moins intense à diverses reprises. A une époque antérieure à l'épanchement des andésites, il a donné naissance à des trachytes (quelquefois taxitiques ou pipernoïdes) qu'on trouve en cailloux roulées dans les galets de la Tchkhéri et dans les moraines. En embrassant d'un coup d'œil général le massif du Kasbek (p. e. en se plaçant sur le mont Bétlémi) on pourrait retrouver les indices d'un ancien cratère considérable qui se serait effondré pour donner place au nouveau cône dominant actuellement tout le Caucase central et ne le cédant en altitude qu'à son aîné—l'Elbrous.



Fig. 13. Plan du cratère du Kasbek. *a* — andésites et tufs, *b* — vestiges de l'ancien cratère (schistes paléozoïques), *c* — cône récent du Kasbek, *d* — névé, *e* — glacier Orotswéri.

Sous le rapport pétrographique on a des indices de trois différentes phases éruptives du Kasbek, sans compter la formation filonnaire. La roche la plus ancienne — c'est le trachyte noir et rouge quelquefois à structure d'ataxite. La seconde phase a donné naissance à la lave rouge qui forme une partie de la gorge de la Tchkhéri (on peut la voir dans le monticule de Bétlémi, ainsi que dans les escarpements de la rive gauche) et à une roche pipernoïde de teintes rouges

et grises. Cette lave est facilement accessible dans les coupes de la rive gauche de la Tchkhéri, près de son embouchure. Souvent elle renferme des fragments du trachyte susindiqué en formant quelquefois une véritable brèche volcanique. La dernière phase est représentée par les énormes coulées d'andésites dont il a été question plus d'une fois. L'épanchement de la roche pipernoïde s'est fait antérieurement à l'extension des glaciers: les moraines du Kasbek recouvrent cette lave. Parmi les laves andésitiques récentes on trouve des coulées qui se sont épanchées postérieurement à la déposition de la moraine.

La moraine de la Tchkhéri consiste principalement en blocs de roches andésitiques et trachytiques du Kasbek, à gros cristaux de feldspath de première consolidation, et ne contient point de blocs de l'andésite aphanitique noire plus récente, à structure columnaire très prononcée; celle-ci serait donc plus jeune que la moraine.

3-me journée.

Itinéraire: Kasbek ou Kobi (dép. 7 h. m.), Col de la Croix, Goudaour, déjeuner, volcan Sakahi, Goudaour, Mléty.

Le moment le plus intéressant de cette journée est l'étude des deux flancs du Col de la Croix avec ses coulées de laves et ses cônes volcaniques. Rien de particulièrement remarquable entre les stations de Kasbek et de Kobi: toujours les mêmes coulées d'andésites provenant du Kasbek et de ses voisins. Sur la rive gauche, les andésites ont plus ou moins entièrement recouvert les schistes paléozoiques; sur la rive droite on voit souvent ressortir ces derniers. Plus à l'est, derrière le village de Sioni, il doit y avoir un centre d'éruption de dacites, analogues à ceux de Kalko près de Blo: on trouve des cailloux roulés de cette dacite près de l'embouchure d'une petite rivière.

A partir du 10 kil. les laves dominent; sur le parcours des derniers $2 - 2^{1}/_{2}$ kil. et surtout dans le mur coupé à pic, en face de la station de Kobi, la lave présente une structure columnaire très marquée. La station de Kobi est située à l'embouchure de la Kissya et en face de l'embouchure de la gorge Troussovskoïé. Dans les escarpements de la rive droite de la première, on trouve des quartzites blancs de la série paléozoïque, à ce qu'il paraît les mêmes que j'ai rencontrés dans la gorge Kassarskoïé de la vallée de l'Ardon. Ces quartzites font défaut dans la vallée de la Térek. Après Kobi la chaussée quitte la vallée de la Térek et remonte la gorge de la Baïdarka.

Depuis la station Kasbek jusqu'à Mléty, les schistes paléozoïques conservent leur inclinaison N, sauf plusieurs petits plis insignifiants. L'angle d'inclinaison varie à peu près entre 45° et 80°; le plus souvent il atteint 60°. La ligne de partage des eaux—le col de la chaîne principale—est constituée par ces schistes (avec des intercalations de grès) ayant à peu près un plongement homoclinal ou plutôt formant un demi-éventail: sur le versant nord du col, l'angle d'inclinaison est de 60°, sur le versant sud de 45°. Ces schistes sont érodés par des

coupures et des vallées longitudinales qui ont servi de bouches d'écoulement aux poussées de laves. L'ensemble de ces laves et des schistes qu'elles traversent offre une analogie avec les schistes injectés de diabases que nous avons vus entre Lars et Kasbek—sauf la différence d'âge de la roche éruptive. Le profil schématique ci-joint donne une idée générale de la structure du Col; reste à mentionner les cônes volcaniques récents, superposés aux schistes en vrais parasites, et dont il sera question plus bas.

Le Col de la Croix est large et plat; ce n'est pas le caractère général des cols de la chaîne du Caucase: il y en a qui lui ressemblent, mais il y en a aussi d'autres qui sont étroits et pour ainsi dire

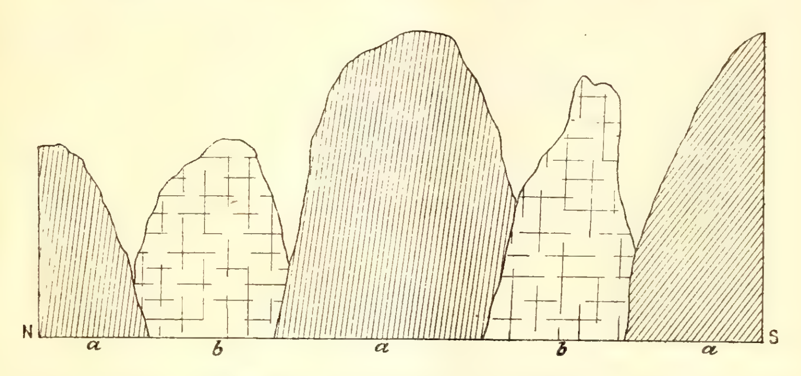


Fig. 14. Coupe schématique au travers de la chaîne principale près du Col de la Croix. *a*—schistes ardoisiers en demi—éventail; *b*—andésites en nappes filonnaires remplissant des gorges longitudinales dans les schistes.

tranchants, qui sont dépourvus de laves récentes, mais qui renferment par contre des nappes intrusives de diabases, comme par ex. le Col de l'Arkhotis.

La chaîne principale du Caucase mérite son nom au point de vue orographique et en sa qualité de ligne de partage des eaux. Au point de vue de la tectonique c'est l'anticlinal en éventail du Darial avec son noyeau granitique qui mériterait plutôt ce nom, si ce n'était une chaîne tributaire, dite „Latérale“ qui se sépare de la chaîne principale près de l'Adaï-Goh.

Nous voici à Goudaour, sur le versant sud de la chaîne, dans la vallée de l'Aragwa que nous redescendrons jusqu'à sa jonction avec la Koura. D'énormes poussées de laves andésitiques à amphibole, à augite et à enstatite ont donné naissance, sur les deux rives, à des coulées qui descendent jusqu'à Mléty et même au-delà. Il n'est pas impossible et même probable qu'une partie des laves du versant nord se soit épanchée par des fissures: néanmoins les coulées principales du versant sud semblent être en rapport avec de vrais cônes volcaniques.

Plusieurs cônes ont subsisté à la dénudation et on les voit sur les sommets des montagnes environnantes à une altitude de plus de 2150 m.

Les cônes volcaniques du Tsitéli-Mta et du Goud sont alignés dans la direction W — E; les lignes de volcans coïncident avec la direction des diaclases dans les schistes paléozoïques et celle des nappes et des filons intrusifs anciens. En face

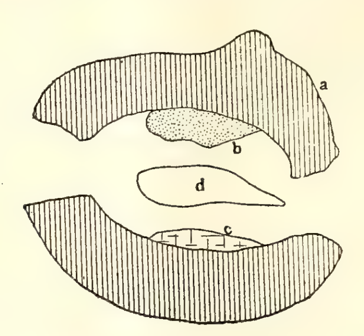


Fig. 15. Plan du volcan Sakakhi. *a* — remparts de scories de l'ancien cratère; *b* — glacière, *c* — dyke; *d* — cratère récent.

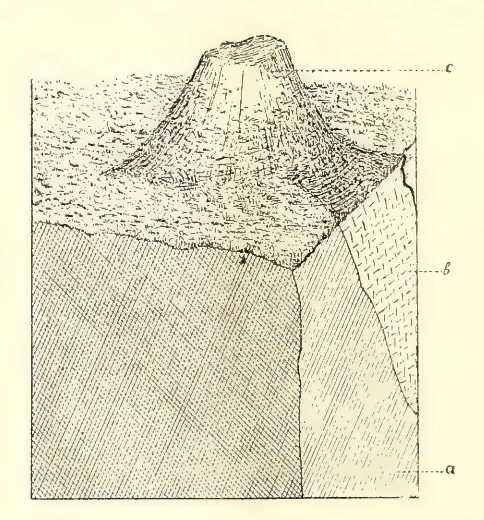


Fig. 16. Vue schématique des volcans du Goud et leurs rapports avec les coulées andésitiques de Mléty. *a*—schistes paléozoïques; *b*—andésite: *c*—volcan Sakakhi.

du Col de la Croix, au-dessus des sources de l'Aragwa, c'est le groupe volcanique des Montagnes Rouges (Tsitéli-Mtébi); au-dessus de la station Goudaour ce sont les volcans du Goud (Sakahi, Tskhéris-Tavi etc.) à plusieurs kil. de la station. Les volcans du Goud

sont des cônes et des remparts de scories; l'un de ces volcans a plus ou moins conservé la forme du cratère qui est occupé actuellement par un petit glacier (ou plutôt une glacière). Les remparts du cône sont formés de débris de lave, de scories; on y trouve aussi de véritables bombes volcaniques.

Les schistes paléozoïques qui plongent vers le NE 30°, ∠ 55°, renferment des filons de Grünstein; il est facile de constater que les Grünstein sont des nappes intrusives dans les schistes, tandis que les laves récentes reposent sur les schistes, sauf les andesites en nappes filonnaires constituant avec les schistes paléozoïques les flancs du Col de la Croix.

La chaussée qui descend de Goudaour à Mléty est taillée dans l'énorme coulée de lave qui longe la rive gauche de l'Aragwa jusqu'au promontaire séparant l'Aragwa et la Tskhéris-Tskhali. Les belles colonnes de la lave prismatique, les différentes variétés qui se distinguent par leur couleur, par leur grain et leur aspect général, ainsi que par des détails de composition minéralogique, peuvent aisément être étudiées, aussi bien par ceux qui descendront la chaussée en voitures, que par ceux qui préfèreront prendre le sentier pour faire la descente à pied.

4-me journée.

Itinéraire. Mléty (dép. 7 h. m.), Passanaour, Ananour (déjeuner), Jinvani; ensuite:

1-re var. Tchoporty, Bodorno (Douchet), Tsilkany.

2-de var. Bodorno, (Douchet), Tsilkany.

3-me var. Ananour, Douchet, Tsilkany.

La station de Mléty se trouve à peu près à la limite de la formation andésitique de la chaîne principale. Sur la rive droite de l'Aragwa les coulées de laves n'arrivent pas jusqu'à Mléty. Sur la rive gauche, la grande coulée andésitique se prolonge à plusieurs kilomètres au-delà de la station en un promontoire qui sépare l'Aragwa de son premier affluent gauche. Il y a en face de la station une coupe intéressante: trois coulées de lave sont superposées aux schistes paléozoïques et se distinguent entre elles, même à distance, par leurs couleurs (fig. 17).

Entre Mléty et Passanaour il n'y a rien d'intéressant à signaler. La coulée de lave que nous avons vue hier, se termine à l'embouchure de la Tskhéris-Tskhali; les schistes paléozoïques nous accompagnent jusqu'à Passanaour. Ils plongent toujours vers le nord; l'angle d'inclinaison est de 60°, après un petit anticlinal — ∠ 45°.

Entre Passanaour et Ananour il y a deux fois changement de formation. D'abord, à peu près à 4 kil. de distance de Passanaour, les schistes paléozoïques font place aux schistes liasiques; des calcaires compacts siliceux bigarrés leur sont associés et les remplacent complètement après plusieurs kilomètres de chemin. M. Favre envisage ces calcaires comme appartenant au jurassique supérieur; dans la vallée de

l'Aragwa des Pchawes nous les avons rapportés au même système. Pourtant on ne saurait nier complètement la possibilité de leur âge liasique. Les schistes liasiques qui occupent une bande plus large dans la vallée de l'Aragwa des Pchawes, sont dépourvus de fossiles. Dans les calcaires bigarrés compacts silicieux et argileux je n'ai trouvé qu'un ammonite en mauvais état de conservation.

Ananour et Ginwany mériteraient une visite prolongée; c'est le point de jonction de trois systèmes: jurassique, lias (ou jurassique?) paléogène, pléistocène; en même temps c'est un point très compliqué: sa tectonique est encore obscure et offre certaines difficultés.

Je suppose l'existence d'une faille W—E, se dirigeant de Ginwani et Ananour vers l'ouest. C'est peut-être la faille, observée par M. Favre dans la vallée de la Liakhwa et de la Ksan, faille qui a déjà été signalée par Abich. Cette faille est dirigée de l'est à l'ouest et les

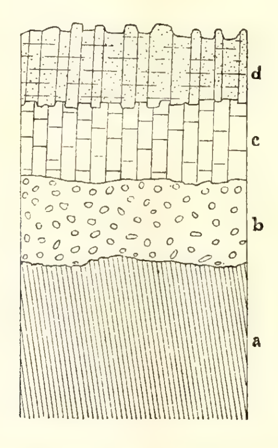


Fig 17. Coupe en face de Mléty. *a* — schistes paléozoïques; *b*, *c*, *d* — trois coulées de laves andésitiques.

calcaires indéterminés qui l'accompagnent ont la même direction. La structure compliquée de cette région est due à la faille, à la jonction de dépôts appartenant à trois systèmes différents (sans compter les roches éruptives et les alluvions) et à une forte dislocation de ces dépôts par deux mouvements orogéniques: un ancien NNW, un plus récent NNE.

Les calcaires compacts bigarrés du jurassique supérieur ne dépassent Ananour et Ginwani que d'un demi-kil. environ. Leur inclinaison varie ici de $\angle 55^0 - 70^0$, NNE; à la sortie de la ville ils forment un petit anticlinal écrasé. A la sortie de la ville il y a des flexures qui montrent avec netteté que ces roches n'ont point subi de déformation plastique, mais qu'elles sont, au contraire, fortement fracturées; les

fentes sont cimentées par de la calcite ou du quartz et, à une certaine distance, le tout produit l'effet d'une flexure plastique.

En face de Ginwani ces roches se prolongent sur les hauteurs de la rive gauche jusqu'à Saganépo-Khéwi, avec une inclinaison assez douce. ∠ 40° — 45°, en discordance au-dessus des conglomérats tertiaires. On les dirait renversées et ayant chevauché sur les roches tertiaires après la formation de la faille.

Au-dessous de ces calcaires jurassiques apparaît une série de conglomérats, microconglomérats et de grès calcareux appartenant au paléogène et ayant une grande ressemblance avec le „Granitmarmor" de Montorfano en Lombardie. Ces roches contiennent des fragments de coquilles triturées et des Lithotamnium. On peut voir ces roches à la sortie d'Ananour, au pied de la montagne Aranissi; mais c'est

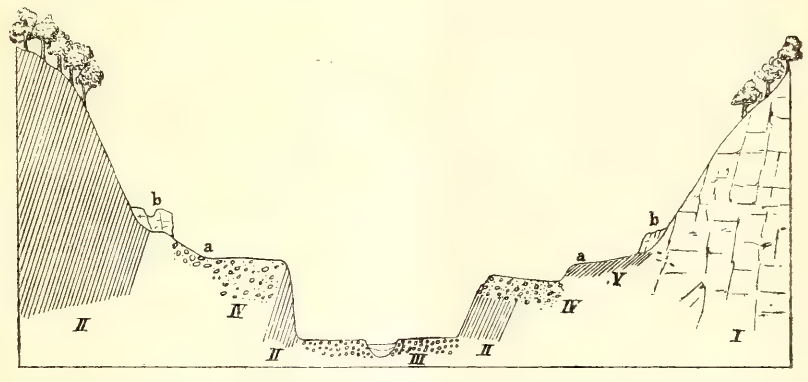


Fig. 18. Profil transversal de la gorge de Ginwani. I. Calcaire jurassique d'Aranissi; II. Grès et microconglomérats à Nullipores (éocène). III. Galets du lit de l'Aragwa; IV. Terasses de blocaux et de déluvium: V. Ebouli, recouvrant des marnes bigarrées gypseuses. *a*. Routes; *b*. Eboulis (grands blocs).

surtout dans la gorge de Ginwani et à l'embouchure de l'Aragwa des Pchawes qu'elles peuvent être étudiées avec succès. Ces couches de grès et de conglomérats sont fortement redressées; elles plongent vers le NNE, ∠ 85° et montrent des flexures plus ou moins insignifiantes dans le plan de la direction principale des couches. Les conglomérats contiennent des fragments de calcaires siliceux jurassiques; c'est un dépôt littoral. Sur la chaussée de Douchet, à 2 kil. d'Ananour, et à la sortie de la gorge de Ginwani, le paléogène fait place aux argiles bigarrées gypseuses, aux grès, aux marnes et aux conglomérats du miocène dont nous nous occuperons plus bas. Quant aux calcaires blancs d'Aranissi, ils méritent un intérêt tout particulier. Ces calcaires très disloqués et dont la stratification est masquée, contiennent par-ci par-là des fossiles mal conservés (*Rhynchonella, Ostrea* etc.). Ils com-

posent la montagne d'Ananissi, traversent la chaussée entre le 1 et le 2 kil. d'Ananour et vont former la grande montagne à droite de la chaussée. A l'est de l'Aragwa des Pchawes j'ai trouvé, entre Saganépo-Khéwi et Tchintya, deux ilôts du même calcaire qui ont résisté à l'érosion. M. Favre n'avait pas observé ces calcaires sur la chaussée, mais il en a trouvé d'autres dans la vallée de la Ksan avec „certains bancs renfermant de nombreuses traces de polypiers, de rudistes et de nérinées". M. Favre leur trouve une ressemblance avec le calcaire à caprotines de Koutaïs; M. Sorokin leur attribue un âge crétacé. Moi aussi, j'ai d'abord considéré cette zône étroite de calcaires comme un récif (corallien?) du crétacé. Toutefois l'identité de ces roches et le caractère général de leur faune (qui est très-mal conservée) avec le calcaire jurassique de Balta-Lars m'autorise à le rapporter également au jurassique supérieur. Peut-être est-ce un pli couché qui pourrait être relié au pli incliné de Djérakhow (?).

Les roches éruptives sont représentées par deux petits massifs isolés de porphyrite augitique; l'un deux se trouve à mi-chemin entre Ananour et Ginwani, l'autre en face d'Aranissi, sous les ruines de la forteresse de Tchintya. Pour achever l'énumération des nombreux dépôts qui viennent compliquer la structure géologique du point en question et lui prêter un intérêt tout spécial, il ne reste qu'à mentionner les bancs de cailloux roulés dans le lit de l'Aragwa et les restes d'un dépôt de blocs erratiques sur le promontoire entre les deux Aragwa. Ce dépôt me semble être un dépôt d'origine fluvio-glaciale: il consiste en blocs des mêmes roches éruptives que l'on trouve plus haut dans les terrasses glaciaires et fluviatiles et se distingue franchement du conglomérat tertiaire (Nagelfluhe) de Bodorno, Douchet etc.

En relevant encore une fois la discordance marquée entre le jurassique et le paléogène, on pourrait, sous toutes réserves, donner les indications suivantes pour retracer avec le temps une page de l'histoire géologique du versant sud de la chaîne du Caucase. La mer du jurassique supérieur semble avoir non seulement avancé jusqu'au pied des roches jurassiques plus anciennes redressées, mais les avoir même en partie recouvertes transgressivement. Les calcaires d'Aranissi ne seraient alors non un récif corallien, mais les restes d'un ensemble de couches érodées dont je crois avoir retrouvé encore d'autres restes en face de Twaliwi, sur la rive droite de l'Aragwa des Pchawes, en discordance sur les calcaires compacts jurassiques. Une faille s'est produite avant la déposition des conglomérats paléogènes de Ginwani qui ne contiennent que des cailloux de roches jurassiques. Le crétacé fait défaut; la mer de cette époque ne semble donc pas s'être avancée jusqu'ici. Il paraît qu'il n'y a pas de discordance marquée entre le paléogène et le miocène, du moins ici.

Après avoir quitté Ginwani, nous entrons dans la zône des dépôts sarmatiques d'un caractère lithologique très varié. On en trouve plusieurs coupes entre Ginwani et Bodorno, entre Ananour et Douchet, entre Ginwani et Tchoporty. Pourtant il est préférable de les exami-

ner après avoir quitté Bodorono ou Douchet. Cette série variée est recouverte de puissants dépôts qui donnent lieu à une discordance d'opinion. Ce sont des conglomérats consistant en grands cailloux de roches tertiaires (marnes, grès, calcaires) et cimentés par un limon jaune rougeâtre. Par places le limon domine presque exclusivement: il peut être coupé à pic et se maintenir en colonnes comme le loess (par ex. dans la montagne Kaldai-Mkhiwani sur la route entre Tchintya et Tchoporty); par places il ne présente qu'un amas de blocs et de cailloux roulées. Ces conglomérats présentent une grande similitude avec certaines Nagelfluhe: la forme, les dimensions, le caractère lithologique des cailloux parlent contre une origine glaciaire: les cailloux sont aplatis; ils ont la forme de galettes, d'ellipsoïdes plats à trois axes, tout comme les cailloux marins au pied des falaises: ce caractère me semble parler en faveur d'une origine littorale; la stratification est indistincte. La montagne de Bodorno, celle de Tchoporty, les environs de Douchet sont formés par ces conglomérats qui y reposent en discordance (dans des cuvettes?) sur les roches sarmatiques et ne sont point disloqués. On les a poursuivis à l'est et à l'ouest sur une étendue considérable. Les différents auteurs ne sont pas d'accord sur l'âge de ses dépôts; les uns les envisagent comme étant des dépôts glaciaires, les autres les rapportent au tertiaire. Je suis d'avis que ce sont des dépôts pliocènes de formation problématique: leur origine glaciaire ne saurait être prouvée suffisamment: le caractère lithologique des cailloux, l'absence d'autres phénomènes et de centres glaciaires à proximité semblent s'y opposer. M. Du Pasquier a décrit des dépôts analogues de Suisse et les a aussi rapportés au pliocène.

Nous voici à Tsilkany, dans la vaste plaine qui se réunit à la vallée de la Koura. Nous sommes dans la zône sarmatique, dans une aire synclinale qui fera bientôt place (à Mtskhet) à une série de plis dans les dépôts oligocènes. Proprement dit, c'est ici la limite du versant sud du Caucase, les monts de Mtzkhet et Tiflis faisant déjà partie du Petit Caucase ou Anticaucase.

5-me journée.

Itinéraire: Tsilkany (dép. 7 h. m.), Mtskhet, Tiflis. *Variante*: Douchet, Bodorno, Tsilkany, Mtskhet, Tiflis.

La dernière étape de notre excursion au travers de la chaîne du Caucase est dans le tertiaire et le quaternaire. Après avoir fait plusieurs kilomètres dans la vaste plaine qui sépare les monts de Douchet de ceux de Mtskhet, nous voyons, à peu près à 6 kil. de distance de ce dernier, réapparaître les conglomérats de Bodorno, ensuite (3 kil.) un limon lœssoïde et enfin, à 2 kil. de Mtskhet, des grès et des marnes bigarrées qui plongent vers le N ($\angle$ 45°—50°).

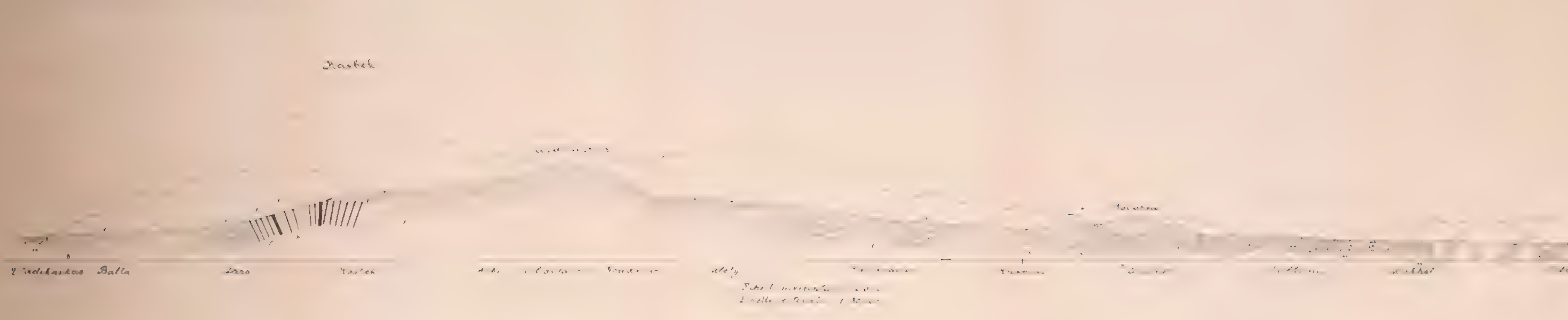
Pour avoir une idée de la structure de cette partie de la chaîne, il faut suivre les coupes de la rive gauche jusqu'à Natsikhori. Une série très-variée de grès, de marnes, de conglomérats d'âge miocène,

constitue le synclinal entre les grès du paléogène de Ginwani et ceux de Mtskhet et Tiflis. Près de Tsitsamouri j'ai trouvé dans une couche de marne de nombreux moulages et des coquilles de *Hélix* écrasés et indéterminables. Par analogie on peut rapporter la série en question à l'étage sarmatique.

Près de l'embouchure de la Koura qui suit une importante vallée longitudinale, le miocène fait place au paléogène. D'abord ce sont les grès quartzitoïdes de Natsikhori (la pierre de Dzegwa), ensuite les grès glauconieux et les grès avec des empreintes de plantes et des couches de lignite et de gypse qui forment les deux plis entre Mtskhet et Tiflis. Ces dépôts appartiennent à l'oligocène. A l'entrée de la ville on trouve des conglomérats et du loess qui reposent en discordance sur l'oligocène.

C'est sur la série du paléogène, plongeant vers le nord, qu'est située la ville de Tiflis, partagée en deux parties par la Koura.

Nous voici sur le versant nord du Petit Caucase, à la limite de notre excursion.



Coupe géologique de Wladikavkaz à Tiflis

XXIII

EXCURSION

ZUM

GENAL-DONGLETSCHER

VON

CONST. ROSSIKOW und BORIS KOLENKO.

Der Genal-dongletscher

VON

Const. Rossikow.

Der dem Kasbek angehörende Genal-dongletscher ist unter verschiedenen Namen bekannt (Maliew, Maili [1]), Ssaniban [2]), Tmenakau [3]) u. a.). Die Schneedecke des Kasbek dehnt sich über 26,2 Kilom. aus und nährt folgende Gletscher: Dewdoraki, Tschatschui, Maliew, Orzweri, Anabot, Atgibar, Suatis und Mna. Der Maliew—oder Genal-dongletscher ist der grösste unter ihnen; seine Länge beträgt gegen 5,8 Kilom. Er ist von der Stadt Wladikawkas 45 Werst entfernt und befindet sich im südlichen Theil des Terekgebietes, im Ossetischen Hochland. Das untere Ende des Gletschers reicht in ein wildes und wenig anziehendes Thal hinein. Hier entspringt der Genal-don, ein rechter Quellfluss des Gisel-don, der in seinem unteren Laufe den Namen Kisilki trägt. Letzterer mündet in den Fiag-dón, der seinerseits in den Ar-don, einen rechten Zufluss des Terek, fliesst. Die Gesammtlänge des Gisel-don (Kisil), von den Quellen bis zur Mündung

---

[1]) Pastuchow. Besteigung des Kasbek 29 Juli 1890. Sapiski d. Kauk. Section d. K. R. Geog. Ges. 1889—91. B. X, p. 134.

[2]) Michailowski. Die Berggruppen und Gletscher des Central-Kaukasus. Semlewedenje. 1894. B. I, p. 159—179.

[3]) Dinnik. Reise in West-Ossetien. Sapiski d. Kauk. Sect. d. K. R. Geog. Ges. 1893. B. XV, p. 83.

in den Fiag-don, ist gegen 60 Werst lang; der eigentliche Genal-don von seinen Quellen bis zur Mündung gegen 20 Werst. Der Gisel-don fliesst nur 35 Werst seines ganzen Laufes in dem genannten Thal, von da ab aber in der Ebene von Wladikawkas. Seiner Form nach zerfällt das Gisel-donthal, entsprechend dem Relief des von ihm durchschnittenen Theiles des Nord-Kaukasus (zwischen den Bergen Kasbek und Djimarai-choch)[1], in folgender Weise: das nördliche, breite Thal mit einer tiefen Schlucht im Süden, die sich zu einer Klamm verengt, und einen südlichen Theil, der einen weiten Kessel bildet, in welchen eine ganze Reihe einzelner Gebirgsbäche der Genal-donquellen münden.

Von den vier, zum Genal-dongletscher von Wladikawkas aus führenden Wegen, wählen wir zur Excursion den bequemsten, der allerdings auch der längste ist, nämlich die Fahrstrasse. Dieser Weg ist auch nur dann passirbar, wenn der Gisel-don nicht den höchsten Wasserstand erreicht. Diese Strasse führt von Wladikawkas zunächst 10 Werst längs der Ebene von Wladikawkas, dann circa 28 Werst im Thale des Gisel-don und seines Nebenflusses Genal-don.

8 Werst von Wladikawkas erreicht der Weg den ossetischen Aul Gisel. Jenseit der Brücke, die über den Terek führt, steigt der Weg allmählich auf drei alte Uferterrassen des Terek hinan. Von der dritten, obersten Terrasse eröffnet sich im Westen der Blick auf den südlichen Theil der Ebene von Wladikawkas. Sich durch ein unabsehbares Meer von Maisfeldern schlängelnd, durchquert die Strasse von Ost nach West die Ebene.

Bekanntlich bildet die Ebene von Wladikawkas den Boden eines der Glacialperiode angehörigen Sees (nach Abich)[2], welcher im Süden von den Vorbergen des Kaukasus, im Norden und Westen von den Ssunshen- und Karadachbergen eingeschlossen wird. Diese mit vielen erratischen Blöcken bestreute, aber sehr fruchtbare Ebene wird jetzt hauptsächlich von Feldern oder Steppenweiden bedeckt, während noch zu Anfang dieses Jahrhunderts die ganze Ebene einen Zusammenhängenden undurchdringlichen Wald bildete, der heute durch die Cultur verdrängt, nur noch in den Flussbetten vorhanden ist. Die Quellen des Tschernaja-baches liegen (1400 Meter hoch über d. M.) 6—8 Werst von der Ueberfahrtstelle, in den bewaldeten Balken (Thälern), die dem Nordabhange des Batchusberges angehören. Sie sind, wie ich zu beobachten Gelegenheit hatte, unter mächtigen Glacialablagerungen begraben, die ihrerseits von jüngeren Bilgungen bedeckt werden. Die erratischen Blöcke dieser Glacialschichten bestehen aus Gesteinen, die den Vorbergen des Kaukasus fremd sind, wie aus Trachyten, also aus Material, das dem weit ent-

---

[1]) Auf den vorhandenen Karten ist der als Gimarai-choch angegebene ein Berg, der in Wirklichkeit nördlicher steht, nämlich dort, wo auf den Karten der Schau-choch angegeben ist. Genaueres findet bei Rossikow. Der Zitigletscher. Iswestija d. K. R. G. G. B. XXIX. 1893, p. 495.

[2]) Abich. Ueber die Glacialperiode im Kaukasus.



Das Genal-donquerthal.

fernten Kasbek angehört. Eine Werst jenseit des Tschernaja-baches, am rechten Ufer des Gisel-don breitet sich das ossetische Dorf Gisel aus [1]). Von hier eröffnet sich ein herrlicher Einblick in das Thal des Gisel-don. Zunächst liegt ein breites, den Vorbergen angehöriges Thal, das von unten bis oben mit dichtem Walde bewachsen ist, weiter in der Tiefe sieht man im Vordergrunde die weichen Contouren der Gebirgskämme sich abheben, die umrahmt sind von dem Grün der subalpinen Wiesen: südlicher liegt das Thal selbst—ein Quarthal, das mit weniger dichtem Walde bestanden ist und sich durch höher anfragende, eigenartige Felszacken auszeichnet: endlich überragt dieses Bild die weite Schneekappe des Kasbek (5043 Meter üb. d. M.) und des Dshimarai-choch (4777 Meter üb. d. M.), und davor die malerische Eiskaskade des Maliewgletschers.

Der Gisel-don besitzt beim Dorfe Gisel und oberhalb desselben ein flaches Bett von 2—3 Werst Breite, das sich in mehrere Arme zertheilt, von welchen 3—4 durch die Strasse des Dorfes fliessen, jenes bei Hochwasser überschwemmend.

Von den obengenannten, geographisch unterschiedenen Theilen des Gisel-don lehnt sich der nördliche unmittelbar an die Ebene und gehört zum Gebiete der Vorberge des Kaukasus. Diese bestehen aus Längsketten des Gebirges und einzelnen vorspringenden Bergzacken, die in der Orographie des Kaukasus unter dem Namen der „Felsen- oder Bunten- oder auch Schwarzen-Berge" bekannt sind. Letztere haben übrigens ihrer Natur nach mit dem Hauptkamm des Kaukasus, abgesehen von der entfernten äusseren Aehnlichkeit, nichts gemeinsam, da sie im Gegensatz zu jenem aus zwei Faltensystemen von Jura- und Kreideschichten bestehen.

Den Eingang des Thales beherrschen zwei Gipfel der „schwarzen Berge" — rechts der Zagis-Zweri, links der Tagus-bars. Der Eingang ist nicht breiter als 65—85 Meter und vollkommen vom Bette des Gisel-don eingenommen: hier staut sich das, vom Flusse aus dem Gebirge geführte, steinige Geröll auf. Das ist so zu sagen das Reinigungsgebiet des Flusses, während er sich von nun ab in der Ebene auszubreiten vermag. Hier und thalaufwärts wird die Vegetation von Ellern- und Nussstrauch gebildet. (Die Höhe der Mündung des Gisel-don Thales habe ich auf 912 M. über dem Meere bestimmt). Die Gehänge dagegen sind vorherrschend mit Buchen (*Fagus sylvaticus*) bestanden.

Am Fusse des Südostabhanges des Tagus-bars breitet sich ein Streifen leuchtend grüner Wiesengründe von 65—70 Dessjatinen aus, auf welchen einige menschliche Behausungen verstreut sind.

Etwa 5—6 Werst aufwärts behält das Thal seinen Charakter bei, bis es von dem höheren, zweiten Kamm der Schwarzen Berge eingeengt wird, zwischen dem Batchus (1,439 Met.) und dem Uatarty

[1]) Näheres bei Rossikow: In den Bergen und Schluchten Kurtatiens und den Quellen des Terek. Sap. d. Kauk. Sect, d. K. R. Geog. Ges. 1894. B. XVI, p. 302.

(1,368 Met.). Die Breite schwankt hier zwischen 50—60 met., die Höhe des Bettes über dem Eingange des Thales beträgt hier 150—170 M. Bald zertheilt sich hier der Fluss, und bildet dabei eine Reihe von Inseln, bald fliesst er wieder in einem Bett zwischen mächtig aufgehäuften Geröllen von verschiedener Grösse und springt dabei von der einen Seite der Thalwand auf die andere. In Folge dessen geht auch die Strasse häufig von einer Seite zur anderen des Thales über. Die mit feinerem Geröll bedeckten Inseln sind bewachsen mit Gestrüpp von *Hyppophäe Rhamnoides* (Oblepicha) oder *Myricaria germanica.* Zwischen den Waldpartien zeigen sich an den Wänden des Thales Profile der, in ihrer petrographischen Zusammensetzung einförmigen, Kreideformation. Ihre Schichten fallen nach NO und streichen von SO nach NW.

Am Fusse des Batchus und Uatarty verengt sich das Thal, aber gleich dahinter, zwischen den einzelnen Vorposten und den „Bunten oder Felsenbergen", die sich vom Adai-choch № 2 [1]) (2,649 M.) und Ssagalkany-choch (2,696 M.) abzweigen, wird der Fluss wieder breiter, der Wald wird dichter und im Flussbett selbst liegen zwischen den Wäldern grössere Wiesen, die mit *Heracleum*, *Aconitum* und *Tussilago* u. a. m. bewachsen sind. Hier endet das eigentliche Thal des Giseldon und seine Fortsetzung weiter links, im Westen, trägt den Namen „Kobanthal" und der Fluss selbst heisst hier Koban; dagegen heisst die direkte Fortsetzung nach Süden „die Genal-donschlucht" und der Flus Genal-don. Das Kobanthal ist in seinem östlichen Theil bewaldet, im westlichen nakt. Dort liegt der Aul Koban, der aus drei Gehöften besteht. Dieses Thal zeichnet sich durch ein herrliches Klima aus, da es milden und trockenen Herbst und Winter, dabei ein warmes Frühjahr und einen mässigen Sommer besitzt. Es würde sich trefflich als klimatischer Kurort eignen. Auch archäologisch ist das Kobanthal von Interesse, durch das Vorkommen alter Gräber.

Das Genal-donthal liegt zwischen den Falten, welche den Adai-choch und Ssagalkany-choch aufbauen. Gleich nach der Vereinigung seiner Quellflüsse verengt sich das Thal zur Schlucht, und dann immer mehr bis zur richtigen Klamm. Die Wände der letzteren bilden eines der schönsten Profile in den sandig-thonigen Schichten des unteren Jura, welche die festen Kalkbänke des oberen Jura unterlagern. Die jäh abfallenden Wände der Schlucht ragen mehrere hundert Meter über dem felsigen Bette des brausenden Genal-don empor, bis zu welchem die Sonnenstrahlen nicht zu reichen vermögen. Die engste Stelle der Klamm ist 17—18 Meter und die Länge der ganzen Genal-donschlucht circa 5 Werst; die Höhe über dem Meere 1,230 Meter.

In den oberjurassischen Kalksteinen befinden sich viele Höhlen und Grotten, deren Eingänge von Gestrüpp umrahmt sind. Ferner bilden sich hier Klüfte und Spalten, Pfeiler und Säulen.

In den tiefen Circusthälern und ebenso an den Gehängen des Nord-

---

[1]) Zum Unterscheide von den Adai-choch des Central-Kaukasus so benannt; er heisst auch der Ssanibansche Berg.



Der Genal-dongletscher.

abhanges des Adai-choch finden sich nicht wenig erratische Trachytgesteine, welche den Beweis liefern, dass auch an diesem Theile des Kaukasus sich ein mächtiger Gletscher ausdehnte. Das war der Kasbekgletscher, der nicht nur das Thal des Terek ausfüllte, sondern eine solche Mächtigkeit erreichte, dass er über die beiden Falten des Jura und der Kreide der kaukasischen Vorberge hinüberschritt und sich über die Ebene von Wladikawkas ausbreitete.

Im Anfang der 90-er Jahre dieses Jahrhunderts fand in der Genal-donschlucht ein gewaltiger Bergrutsch statt, der zeitweilig den Lauf des Genal-don verlegte.

Das Genal-donquerthal erweitert sich thalaufwärts plötzlich zu einem mittelgrossen Kessel, dem sog. Ssanibanschen Kessel, in welchem die Quellflüsse des Genal-don sich vereinigen. Dieser Thalkessel ist malerisch, aber wild, da der Wald hier völlig fehlt. Der Kessel wird im Norden von steilen, jurassischen Felsen eingeschlossen, im Süden begrenzen ihn die Abhänge des Adai-choch und Ssagalkany-choch, im Westen und Osten dagegen die weniger hohen Gehänge der Vorposten des Kasbek- und Djimera-chochmassive: rechts der Kaidjin (5,976 M.), geradeaus der Tschatsch-choch (5,982 M.) und links der Schan-choch: im Süden endlich stehen noch die Felsen des mittleren Vorberges des Tschatsch-choch. Letzterer springt mächtig in den Thalkessel hinein und theilt durch zwei vorspringende Bergwände zwei Hauptthalschluchten von einander, das Genal-donthal und das Kauri-donthal, an welche sich von rechts und links zwei Seitenthäler, das Fari-don- und Kari-donthal anschliessen, in der Weise, dass in den grössten der genannten Flussläufe, den Genal-don von rechts der Kauri-don mit seinem Nebenflusse Fari-don, von links der Kari-don hinein fliessen. Die vereinigten Gewässer führt der Genal-don durch die Schlucht aus dem Boden des Thalkessels hinaus. Von den bezeichneten Seitenthälern ist das schönste—das Kauri-donthal, speciell das Quellgebiet des Kauri-don. Der Ssanibansche Thalkessel verdankt seine Entstehung den Erosionsprocessen und bildete wie aus seiner äusseren Form geschlossen werden kann, einst den Boden eines tiefen Sees; unabhängig davon sind aber auch die Spuren einstiger Gletscherwirkung zu bemerken.

Die petrographische Zusammensetzung der Gesteine, welche diesen Kessel bilden, zeigt einige Mannigfaltigkeit. Die verticalen Felswände bestehen aus mächtigen gleichartigen Jurakalken, während die Gehänge der drei Hauptvorberge und ihre Ausläufer bis hinauf zu den Gipfeln—dem Kaidjin, Tschatsch-choch u. a.—ausschliesslich aus dunkelen, stummen Schiefern aufgebaut sind, die offenbar ein höheres Alter besitzen; südlicher auf der Kammlinie des Tschatsch-choch treten die Gneisse auf, welche endlich an den Abhängen des Kasbek Trachyten Platz machen. Auf der Böschung an einzelnen Vorsprüngen und Stufen der Wände des Thalkessels liegen die kleinen Aule verstreut. Links auf der Höhe einer Terrasse, am Fuss des Urs-choch, liegt Genal, der grösste sämmtlicher Aule, wie ein Adlernest auf der Felsenhöhe thronend; rechts liegt (2,509 M.) Stschikau, weiter auf der-

selben Seite, Ober- und Unterkani, ferner Ober-, Mittel- und Unter-Tmenakau; im Vordergrunde, beim Zusammenfluss des Fari-don mit dem Kari-don, am Fusse des Berges, der Aul Unter-Ssanib, und etwas oberhalb am Flusse Kauri-don Ober-Ssanib. Die Bevölkerung der 7 Aule besteht aus Osseten.

Jenseit des Ausganges aus der Genal-donschlucht führt der Weg an der rechten Seite des Thalkessels entlang und dann, sich verzweigend—der eine zum Aul Kani, der andere durch Unter-Ssanib nach Ober-Ssanib. Hier befinden sich über der Strasse am NO Ende des Dorfes, am Fusse der Felswand zwei Höhlen, am Rande einer von alten Bäumen beschatteten kleinen Wiese. Das Gestein bildet fester, dolomitischer Jurakalk. Zu der grösseren der beiden Höhlen führt ein kaum bemerkbarer Fusspfad, den steilen, mit Gesteintrümmern bedeckten Abhang hinauf. Diese Höhle bildet ein Gewölbe von 17 M. Länge bei circa 6—8 m. Breite und Höhe. Sie ist in ethnographischer Beziehung von Interesse, da sie die Opferhöhle des Ssanibanschen Sprengels ist.

Der Weg zum Maliewgletscher führt von Ober-Ssanib aus zuerst bergab nach Fari-don, geht dann auf das rechte Ufer hinüber und, um einen vorspringenden Felsen herum führend, hinab in die Schlucht des Genal-don. Darauf führt die Strasse über eine schlechte Brücke auf das linke Ufer zum, von Feldern umgebenen und schön gelegenen, (1509 M.) Aul Ober-Tmenakau. Auf schwer zugänglichen Felsen erhebt sich hier nicht weit vom Wege die Ruine des alten Turmes Djemas. In Ober-Tmenakau gewinnt man einen schönen Ueberblick auf den ganzen Thalkessel und zum ersten Mal den Blick auf den Maliewgletscher, allein noch sind es 9 Werst bis zu diesem selbst. Zunächst ist die Strasse in ziemlicher Höhe angelegt, dann aber führt sie allmählich hinab zum Flussbett des Genal-don. Die Schlucht ist recht schmal, von hohen steilen Felsen eingeengt. Die Felsen des unteren und mittleren Theiles der Schlucht bestehen nur aus dunkelen Schiefern, oberhalb aber, näher zum Gletscher, treten Gneisse und paläozonische Schiefer auf. Die ganze Thalschlucht, vom Ssanibanschen Kessel an, zeigt deutlich alle Charaktere eines einst vergletscherten Thales; und zwar gehört diese Vereisung einer keineswegs fern zurückliegenden Periode, ja sogar noch unserem Jahrhundert an. Von der Hälfte des Weges an verfolgen wir zwei mächtige Ufermoränen, entlang den Seiten der Schlucht, hoch über dem Bette des Flusses. Beide reichen fast ununterbrochen bis zum Gletscherthor und weiter bis zum Vereinigungspunkt der Gletscher. Die Höhe der Ufermoränen erreicht stellenweise 200 M. Die steilen Abhänge der Moräne sind vollständig ohne Vegetation.

Von der 3-ten Werst an verwandelt sich der Weg in einen Fusspfad, der sich zwischen aufgetürmten Flussgeröllen schlängelt.

Schwierig wird der Pfad die letzten $1^1/_2$ Werst vor dem Gletscher, in einer Höhe von 2007 Meter; von hier ab muss man sich über und

zwischen mächtigen Blöcken von scharfkantigen Schiefern und Trümmerhaufen hindurcharbeiten.

Nachdem auf dem ganzen Wege von Tmenakau der Gletscher niemals völlig aus dem Gesichtskreis geschwunden war, zeigt er sich plötzlich in seiner ganzen Grösse erst 15 — 20 M. vor seiner Mündung, vom Rücken einer Seitenmoräne aus. Ueber den Thalboden erhebt sich 10—12 M. hoch die wellige Masse der blaugrünen Zunge des Maliewgletschers, mit seinem tiefen Thor. Aus seiner Tiefe sprudelt uuter dem Eise hervor der Genal-don. Zu beiden Seiten der, aus der Tiefe der Schlucht herausquellenden, Gletscherzunge ziehen sich die hohen Wälle der Seitenmoränen.

Neben dem Ende der Gletscherzunge stehen auf einer recht hohen Felsterrasse einige niedrige Steingebäude, — eine ossetische Kuranstalt! Hier entspringen nämlich auf einem Felsvorsprung fünf grössere und einige kleinere heisse Mineralquellen, die bei den Osseten unter dem Namen Tmenakau-Korma-don bekannt sind; ausserdem eine oder zwei kalte Quellen (Tang-don). Nach Analysen des Dorpater Professors C. Schmidt ist die chemische Zusammensetzung dieser Quellen folgende:

Auf 1.000,000 Theile Wasser:

Schwefelsaures Rubidium	5,03
„ Kalium	186,67
Chlorsaures Kalium	364,35
„ Natrium	5385,42
„ Magnesium	134,80
Bromsaures Magnesium	3,38
Phosphorsaures Calcium	0,42
Doppelkohlensaures Calcium	1006,69
„ Magnesium	89,31
„ Eisen	21,68
Kieselsäure	11,70
Feste Bestandtheile	7209,45

Die kalten Quellen sind eisenhaltig.

Die Temperaturen von 5 heissen Quellen sind nach Dinnik: 55°, 54°, 53,5°, 48°, 44° C.

Die Temperaturen von 2 heissen Quellen sind nach Pachtussow: 52,5°, 43,7° C.

Die Temperaturen von 2 heissen Quellen sind nach Rossikow: 54,5°, 54°, 53°, 47°, 45° C.

Diese Quellen werden nicht nur im Lande der Osseten als heilkräftig angesehen, sondern auch weit über die Grenzen desselben hinaus. Selbstredend sind die Badevorrichtungen höchst primitiv, dennoch ist der Zudrang der Kranken, besonders rheumatischer und scrophulöser sehr gross.

Der Maliewgletscher ist der grösste der Gletscher des Kasbek; er gehört zu den Gletschern erster Ordnung und liegt auf der mittleren

Terrasse des Quellenbietes des Genal-don. Seiner Grösse nach ist er der Dritte unter den Gletschern des Ossetischen Berglandes. Der von ihm eingenommene Theil des Gebirges zerfällt orographisch in drei typische Theile— eine breite, hoch über dem Meere gelegene Terrasse, ein tiefer Kessel und eine wilde Felsschlucht. Die Terrasse gehört dem Nordwestabhange des Kasbek an und dessen Gehängen: sie ist bis 2 Kilometer breit und circa $4^1/_2$ Kil. lang: ihr niedrigster Punkt liegt 3300 - 3400 Meter über dem Meere, der höchste auf dem Gipfel des Kasbek (5043 Meter).

Diese Terrasse wird vom östlichen oder rechten Gletscherarm und dessen Nährgebieten, den Firn- und Schneefeldern, eingenommen.

Der Kessel liegt westlich von der Terrasse, fast perpendiculär zu jener; er ist von allen Seiten von einer hohen Felsbarriere eingeschlossen, welche durch Erosion und Exaration des Gesteins entstanden ist.

Der Kessel ist nicht weniger als 4 Kil. lang und 1 Kil. breit, bei einer mittleren Höhe von 3000 Metern. Die Böschung der Sohle ist 50 M. auf 1 Kilom. Die ihn umrahmende, aus paläozoischen und krystallinischen Gesteinen gebildeten, Felsen fallen auf der Seite des Kasbek und des „Namenlosen" Berges vertical ab, während die ausschliesslich paläozoischen Schiefer von der Seite des Djimarai-choch sanfter geneigt sind. Hier entspringen eine Reihe von Mineralquellen. Der Kessel wird vom linken oder westlichen Arm des Gletschers eingenommen, in welchen noch einige Gletscher zweiter Ordnung münden, deren Nährgebiet in weiten Firnfeldern liegt, die auf dem südlichen und westlichen Theil der Felsbarrieren ausgebreitet sind.

Die Felsschlucht oder das Querthal setzt quer von N nach S durch das genannte Massiv, und liegt zwischen den südlichen Theil der Vorberge des Kasbek und Djimara-choch. Hier liegt der ganze Eisstrom.

Somit entsteht der Maliewgletscher, aus dem Zusammenfluss zweier Hauptarme, deren Nährgebiet auf den Massiven zwischen den Höhen des Kasbek, des „Namenlosen", Tschatsch-choch und Djimara-choch liegt.

Der rechte Gletscherarm, der sich aus mehreren secundären Gletschern bildet, besitzt in seinem oberen Theile eine unregelmässige, höckerige, in seinem unteren eine stark von Spalten zerrissene Oberfläche. Bei der Höhe von 3300 Met. erreicht die Menge der Spalten ihr Maximum; hier bildet sich in Folge der Steilheit der Sohle eine grossartige Gletschercascade, unterhalb welcher der Gletscher wieder ruhiger weiter fliesst.

Der linke Gletscherarm, wird aus 7 Gletschern zweiter Ordnung gebildet, von welchen 4 von N, 2 von W und 1 von S kommt. Seine Oberfläche bildet eine zusammenhängende „Steinige Eiswüste", welche auf der ganzen Strecke von mächtigen Wällen, Hügeln und Kegeln bedeckt ist—den Mittel- und Seitenmoränen des Gletschers. Links und rechts erheben sich die Seitenmoränen in einer Höhe von 25—30 Metern; besonders überraschend sind die hohen und mächtigen Kegel der Mittelmoräne beim Zusammenfluss der Hauptarme.

Der Eisstrom selbst, die Vereinigung der Gletscherarme in dem Querthal, fliesst zuerst in NO-licher, dann in nördlicher Richtung, in einer Ausdehnung von $2^1/_2$ Kil. bei einer Breite von 900 Met. Die Seitenmoränen haben hier stellenweise eine Höhe von 100 und mehr Metern; besonders auf der rechten Seite ist die Oberfläche von Moränenmaterial bedeckt, während die Mitte davon völlig frei ist. Im Gegensatz zu dem unteren Theil des Eistromes, ist der obere Theil in Folge der geringeren Neigung weniger von Querspalten zerrissen, als der untere. Auf der linken Seite des unteren Theiles des Eisstromes finden sich die meisten Querspalten, und zwar dort, wo er aus der NO-lichen in die N-liche Richtung übergeht, also eine Biegung macht und über die Felsvorsprünge der linken Thalwand hinübergleitet. Das ist der interessanteste Punkt, denn hier sind nicht nur die schönsten Spalten, eine Gletschercascade en miniature bildend, sondern auch roches moutonnées mit deutlicher nach allen Richtungen gehender Schrammung und Politur, dômes arrondis, bei denen Stoss- und Leeseite zu unterscheiden sind, ferner Gletschermühlen, Riesentöpfe, Grotten, Brücken etc. Die Gletscherzunge besteht aus reinem, in verschiedenen Farbentönen schimmerndem Eise. Die Schichtung des Eises ist merkwürdig regelmässig und auffallend deutlich zu sehen. Die Gletscherzunge endet mit einer schönen Grotte, in welche das Gletscherthor führt. Die Endmoräne hat eine Höhe von 150 Meter.

Nach meinen Beobachtungen [1]) in einem Zeitraum von 12 Jahren, zwischen 1882 — 1894; geht der Maliewgletscher zurück und verringert seinen Umfang. Das untere Ende des Gletschers ist in dieser Zeit von der festen Marke um 83,6 Meter oder fast 7 Meter pro anno zurückgegangen. Im Jahre 1894 stand das Ende der Gletscherzunge in 2,335 M. [2]) Höhe. Ferner hat sich die Höhe der Eiswand im Mittel um 42,7 Meter verringert, und die Breite der Basis um 22 Meter, so dass die Höhe 1894 nur 11 Meter betrug. Das Gletscherthor ist um die Hälfte kleiner geworden. Ebenso in Folge des Rückzuges des Gletschers hat sich der Eisstrom an den Seiten von seinen Ufermoränen getrennt, und dabei tiefe Eisrinnen gebildet, von welchen die linksseitige, tiefer liegende als der Felsvorsprung, über welchen der Gletscher hinweg gleitet,—einen 40 M. tiefen Eiskessel gebildet hat. Die Oberfläche dieses Kessels ist mit Spalten, Rissen und Löchern bedeckt, zwischen welchen Eiszacken, -felsen, -blöcke emporragen. Sie sind theils von Moränenschutt dedeckt, theils frei von ihnen. Besondere Aufmerksamkeit verdient der grossartige Einsturz am Boden dieses Kessels, in welchem die Wasser des Genal-don dahinstürzten. Dort waren zwei in der Luft ragende Eisbrücken oder Viaducte hinüber gespannt, gestüzt auf Eispfeilern und -bogen.

---

[1]) Rossikow, Sapiski d. K. R. Geog. Ges. B. XVII. 1895, pag. 305—309.

[2]) 1882 war die Sohle der Gletschermündung 2,332 Meter über dem Meere.

Nicht weniger deutlich zeigt sich am westlichen Gletscherarm das Abschmelzen der Eismasse. Im ursächlichem Zusammenhang mit dem Rückgang der Gletscher steht natürlich das Schwinden einzelner Firnfelder, und die Folge des Abthauens ist eine Verlängerung des Genal-donlaufes um 500 Meter in dem genannten Zeitraum von 12 Jahren.

Vor 30—40 Jahren aber befand sich der Maliewgletscher ebenso wie alle übrigen des Nordabhanges des Kaukasus in einer Periode des Vorrückens, und reichte damals 2—3 Werst hinab über sein heutiges Ende. Zum Schluss sei noch bemerkt, dass vom Maliewgletscher aus mehrere Besteigungen des Kasbek gelungen sind, (Tulatow 1888 [1]), Walley 1890, Pastuchow 1890 etc.) und zwar mit dem alten Führer Feisarko Zarachow. Der Aufstieg dauert bei gutem Wetter 11 Stunden, der Abstieg $5^1/_2$ Stunden.

Marschroute der Excursion zum Genal-dongletscher

von

Boris Kolenko.

1 Tag, 4/16 September. Aufbruch von Wladikawkas zwischen 8 und 9 Uhr morgens. Der Weg führt nach Westen zum Aul Gisel; kurz vor demselben Wendung nach Süden in das Thal des Gisel-don. Die Thalöffnung ist gegen eine halbe Werst breit, die Gehänge sind sanft, mit Lärchenwald bestanden; die Höhe über dem Meere ist circa 700—800 Meter.

Je höher hinauf, desto enger wird das Thal, die Abhänge werden höher, es zeigen sich Entblössungen von kreideähnlichen, hellgrauen und gelben Kalksteinen; die ersten Profile sind am rechten Ufer des Flüsschens, dann auf beiden Ufern. Das Gisel-donthal ist ungefähr 12 Werst lang, in gerader Linie, die Steigung auf dieser Strecke gegen 200 Meter. Das Fallen der Kalkschichten bis 45° N.

Das Gisel-donthal endet beim Vereinigungspunkt des Flusses Koban und Genal-don. Ihr Zusammenfluss verursacht eine bedeudende Erweiterung des Thales. Hier tritt mit scharfem Keil der Bergrücken hinein, der die Querthäler des Koban (im WSW) und Genal-don (SSW) trennt. Auf einem Hügel am rechten des Gisel-don steht ein Waldwächterhaus. Die Berghänge sind mit dichter Vegetation bedeckt. Nachtlager.

2 Tag, 5/17 September. Marsch vom Waldwächterhaus am Koban bis zum Genal-dongletscher (auch Zypis-choch, Karma-don). Bis zur Mündung des Ssanib in den Genal-don, in einer Strecke von 10 bis 12 Werst,—wilde Felsschlucht. Die senkrechten Wände verengern sich

[1]) Tulatow. Versuch einer Besteigung des Elbrus und Kasbek im Jahre 1888. Iswest. Kauk. Sect. d. K. R. Geol. Ges. B. IX, № 2.

bis auf 20 — 30 Sashen. Ununterbrochene Profile durch Kalkchichten, denen fester, feinkörniger Sandstein (Quarzit) zwischengelagert ist. Allgemeines Fallen nach N; deutliche antiklinale und synklinale Falten. Es ist ein beständiger Uebergang der Kalksteine in kieselige und thonige Schiefer zu bemerken, welche durch dunkelgraue, Kalkadern enthaltende Dolomite (?) verdrängt werden. Die Schlucht öffnet sich bei der Mündung des Ssanib in den Genal-don. Die Waldvegetation verschwindet. Steile Felsgrate, Felsenmeere und senkrechte Felswände charakterisiren die Hochgebirgslandschaft, die dennoch den Osseten Weiden Wiesen, und Felder zu liefern im Stande ist.

Von Ssanib an hat der Weg eine südliche Richtung längs dem Ostabhange der oberen Genal-donquerthales, an dem Aul Kani vorüber und durch den Aul Tmenakau (c. 1,800 Met.). Der petrographische Charakter der Gegend ist durch schwarze Schiefer gegeben, welche in Dachschiefer (paläozoische) übergehen. Die Abhänge sind von herrlicher Alpenflora bedeckt. Nachtlager in Ssakli, einem Kurort der Osseten. Höhe über dem Meere c. 8,C50 M,

3 Tag, 6/18 September. Besichtigung and Besteigung des Gletschers. Besichtigung der Mineralquellen, der heissen Karma-donquellen und der kalten Tuag-donquellen.

Im Jahre 1887 lagerte der Gletscher auf den Quellen; die heissen Dämpfe verursachten dabei eine riesige Eishöhle.

Zu den Thonschiefern gesellen sich nun krystallinische Gesteine. Antritt der Rückreise; die heisse schwefelhaltige Quelle am rechten Ufer des Genal-don; Aul Ssanib (1,400 Meter). Besichtigung des Kirchhofes, alte Turmruinen. Nachtlager.

4 Tag, 7/19 September. Marsch über den Chiachpass (1,900 Meter) zur Grusinischen Militärstrasse. Malerische, anmuthige Berglandschaft. Querthal des Ssorgom; Vegetatian: Lärchen- und Kiefernwald. Petrographischer Charakter: schwarze Thonschiefer, Diorit- (oder Diabas?) — gänge beim Abstieg in das Ssorgomquerthal; weiter Kalksteine. Ankunft auf der Grusinischen Strasse zwischen dem Fort Djerach und Lars um Mittag des 7/19 September.

XXIV

DE TIFLIS A BAKOU.

Gisements de naphte de Bakou.

PAR

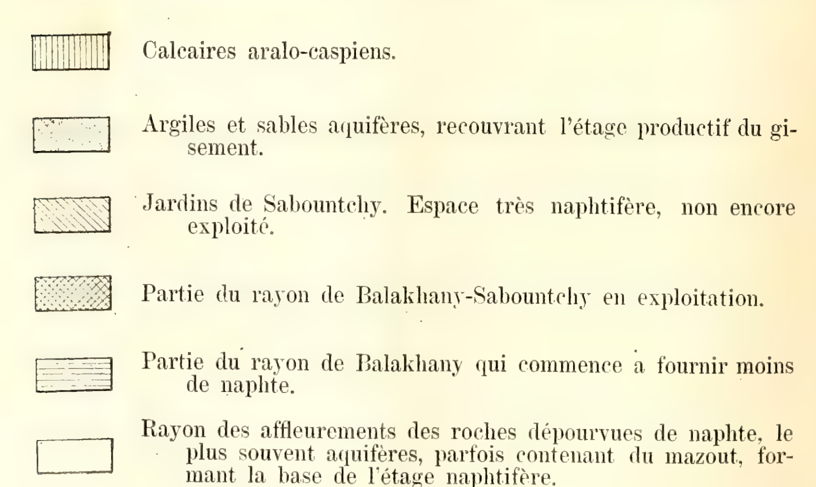
A. KONCHIN.

Itinéraire: Tiflis-Bakou. Vallée de la rivière Koura. Pli anticlinal de Guéran. Aliat. Vallée de la Yassamala. Plateau de Bakou.

En se dirigeant de Tiflis à l'est, la ligne du chemin de fer traverse des roches paléogènes, grès compacts et marnes, plongeant fortement vers le nord. Ces roches montrent leur plus grand soulèvement dans la montagne St-David, haute de 1,100 pieds au-dessus du niveau de la rivière Koura, où les têtes de leurs couches, recouvertes d'abord d'alluvions de galets, sable et gravier, commencent à apparaître à 150 pieds au-dessus de la rivière.

Sur le trajet le long du cours moyen de la rivière Koura, la voie ferrée traverse, jusqu'à la presqu'île d'Apchéron, une vallée alluviale très uniforme, recouverte par des dépôts fluviatiles. Ce n'est que près de la station Guéran que surgit en îlot, de dessous les dépôts fluviatiles, une anticlinale de sédiments néogènes, argiles brunes et grès, caractérisés par des issues de naphte.

Près de la station Adjikoboul la voie quitte la vallée de la Koura pour s'engager sur des dépôts tertiaires. Les tranchées de la station Aliat coupent des couches oligocènes fort redressées, recouvertes par des calcaires coquilliers aralo-caspiens. Ces roches constituent le plateau faiblement ondulé de la presqu'île d'Apchéron dont les saillies dénudées se montrent au nord de la ligne du chemin de fer. L'altitude moyenne des saillies ne dépasse guère 1000 pieds. La longue période d'érosion a fait prendre aux points les plus élevés des contours orographiques très variés (Mont Kourtchez, Bakinskia-ouchi).



Calcaires aralo-caspiens.

Argiles et sables aquifères, recouvrant l'étage productif du gisement.

Jardins de Sabountchy. Espace très naphtifère, non encore exploité.

Partie du rayon de Balakhany-Sabountchy en exploitation.

Partie du rayon de Balakhany qui commence à fournir moins de naphte.

Rayon des affleurements des roches dépourvues de naphte, le plus souvent aquifères, parfois contenant du mazout, formant la base de l'étage naphtifère.

Carte géologique du rayon naphtifère de Balakhany, Sabountchy, Romany, Zabratskoïé.

STATISTIQUE GÉNÉRALE

DES MINES DE PÉTROLE DE BAKOU.

	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	Pendant les premiers 7 mois de l'année 1897
	MILLIONS de POUDS							
Production de naphte . .	226.4	274.6	286.7	324.7	297.7	377.4	386.2	245.8

	SAGÈNES							
Quantité de sagenes forés.	14.810	19.980	11.670	10.980	12.859	20.864	28.126	21.077

Situation des mines de pètrole au 1-r Août 1897.

Quantité des puits en exploitation 917

dont a) Productifs 644

.. b) en approfondissement . 46

.. c) en réparation 47

.. d) en nettoyage 5

.. e) en chômage . 175 917

Quantité de puits en forage au 1-r Août 1897 295

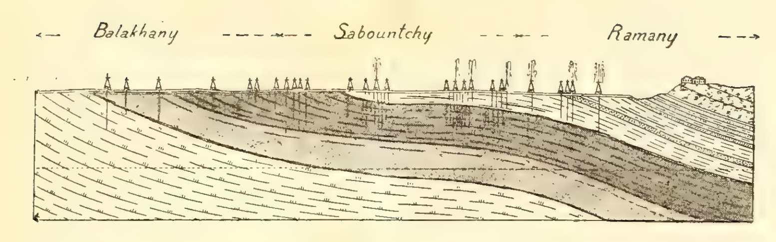
Quantité de puits faits depuis l'exploitation regulière des terrains petrolifères a Bakou 1650

Surface des terrains petrolifères en exploitation 510 des. 1078 sag

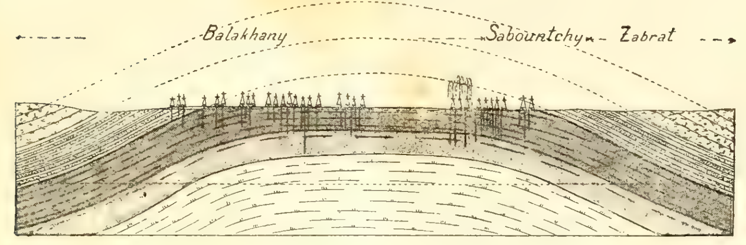
Nombres des maisons qui s'occupent de l'exploitation de naphte 97

Balakhany, le 15 [illegible] septembre [illegible]7.

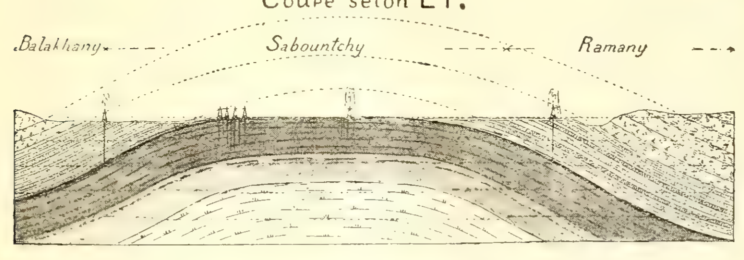
Coupe selon AB.



Coupe selon CD.



Coupe selon EF.



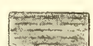
100 0 100 200 300 400 500 mètres



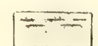
Calcaires aralo-caspiens.



Etage d'argiles aquifères diversement colorées, recouvrant l'étage naphtifère et contenant par places une naphte du poids spécifique de 0,820—0,840.



Etage productif, très abondant en naphte du poids spécifique de 0,865—0,875.



Etage des sables et argiles aquifères, formant le lit de l'étage productif et contenant une naphte du poids spécifique de 0,885—0,920.

Ici nous entrons dans la région naphtifère de Bakou. De la naphte et des gaz s'y échappent plus ou moins énergiquement aux points d'érosion ou de rupture des plis tertiaires, accompagnés de sources d'eaux salées ou sulfureuses, froides ou chaudes. Les gaz de naphte doivent leur origine et leur activité aux volcans de boue et aux salses de la presqu'île. On en voit plusieurs de part et d'autre de la voie ferrée (volcans de boue Aliat, Osmandag, Lokbotan, Kioureski, Kermakou etc).

Près de la station Pouta la voie entre dans la vallée anticlinale de la Yassamala, vallée d'érosion et de rupture des couches tertiaires. Dans la vallée affleurent des dépôts oligocènes, sables, grès, argiles schisteuses, le tout soulevé en anticlinale. Les sommets des pentes de la vallée sont recouverts d'une calotte de calcaires coquilliers de l'époque aralo-caspienne.

Au-delà de la station Baladjary la voie s'engage sur le plateau de Bakou qui est constitué par les mêmes calcaires coquilliers, le plus souvent dénudés ou bien recouverts d'une mince couche de terre végétale. Ces calcaires forment une auge à pentes doucement inclinées s'étendant sur 15 verstes dans le sens de la latitude et sur moins de la moitié dans la direction du méridien. Le fond de cette cuvette est occupé par la baie de Bakou, au bord de laquelle se dispose en amphithéâtre la ville de Bakou avec ses distilleries de naphte.

Itinéraire: Sabountchi, Balakhany, volcan de boue Bog-boga, Ramany, Sourakhany, Bibi-Eïbat.

A la structure de la péninsule d'Apchéron prennent principalement part:

I. Des dépôts posttertiaires des étages caspiens ancien et moderne: loess, argiles à *Cardium catillus*, gravier, conglomérats, sédiments littoraux coquilliers, le tout mêlé d'éjections de boue et des produits d'oxydation de naphte (kir) des volcans anciens et nouveaux.

II. Des dépôts du système tertiaire:

1) calcaires coquilliers, sables, argiles et grès du néogène aralo-caspien tant supérieur qu'inférieur.

2) sables naphtifères, aquifères ou secs, grès et argiles de l'oligocène.

3) marnes et schistes à restes de poissons de l'éocène supérieur.

Le trajet de Bakou aux terrains naphtifères de Balakhany récoupe le plateau de Bakou, constitué par des calcaires aralo-caspiens. En s'approchant de Sabountchi, la voie ferrée s'engage dans une tranchée où l'on voit l'étage à *Dreissensia polymorfa*, *Congeria amygdaloides* et plusieurs espèces de *Cardium*. Ces roches sont superposées à des sables naphtifères et argiles de l'oligocène, caractéristiques par la présence de *Cardium postpelicani*, reposant sur des marnes et schistes de l'éocène supérieur à abondants restes de poissons.

Les roches naphtifères sont des sables et des grès oligocènes. Les argiles et marnes du même âge contiennent aussi de la naphte, mais en quantité pour autant moindre que ces roches sont considérées improductives. Les strates oligocènes forment un pli anticlinal à flancs peu inclinés dont l'axe de soulèvement se dirige de Balakhany au lac Romaninsky. Cet axe n'est pas horizontale, mais doucement incliné du nord-ouest au sud-est. De cette manière la totalité de l'étage naphtifère dont la tête affleure aux environs de Balakhany, plonge faiblement vers Ramany et, plus loin, vers Sourakhany. Là cet étage va disparaître sous des argiles verdâtres et brunes dépourvues de naphte, intercalées de couches de sable aquifère et recouvertes de calcaires aralo-caspiens. En suivant les couches de l'étage naphtifère affleurant entre la sopka Bogboga et le lac salé Biouk-chor, on remarque qu'elles se dirigent de l'ouest à l'est, le long des lacs Sabountchinsky et Ramaninsky. Là elles tournent vers le nord et puis vers le nord-ouest, de Ramany à Zabrat. Le terrain le plus riche en naphte s'étend en triangle, sur une superficie de 10 verstes carrées, entre Balakhany, Sabountchi et Ramany. Les ailes du pli, l'une s'étendant de Sabountchi vers Biouk-chor, l'autre de Ramany vers Zabrat, deviennent de plus en plus pauvres en naphte, à mesure que l'on s'éloigne de la partie centrale du gisement. La puissance de la totalité des couches naphtifères est de 50 à 125 sagènes à Balakhany, et de 250 sagènes à Ramany et Sabountchi. Le gisement comprend de nombreux étages de sables naphtifères richement imbibés de naphte, séparés par des strates d'argiles imperméables aux gaz et à la naphte. Au gisement triangulaire entre Balakhany, Sabountchi et Ramany, les calcaires aralo-caspiens ne forment qu'une bordure qui va tout autour, tandis que l'espace du milieu en est dépourvu. Entre Ramany et Sourakhany les calcaires sont restés entiers. La présence du gisement de naphte ne se manifeste près de Sourakhany que par de nombreux points d'émanations très énergiques de gaz inflammables arrivant au jour par les fissures des roches. Près de Balakhany les gaz, rejetant de l'eau et de la boue, ont formé la sopka Bog-Boga.

Le terrain naphtifère de Bibi-Eïbat est situé à 5 verstes au sud de Bakou, dans une petite vallée d'érosion et de déchirure des couches oligocènes, au bord de la mer Caspienne. La structure et le caractère des roches y sont complètement analogues à celles de Balakhany-Sabountchi. Le pli anticlinal plonge doucement vers le nord, l'est et le sud. La tête de l'étage naphtifère affleure en de nombreux points au bord de la baie, le plus souvent sous l'eau, de sorte que les gaz et la naphte entrent en abondance dans la mer. La partie de derrière est recouverte en hémicycle par les calcaires aralo-caspiens.

XXV

DE SOURAM A KOUTAÏS

PAR

le chemin de fer transcaucasien.

PAR

S. SIMONOWITSCH.

Bibliographie:

Même littérature régionale que pour „L'excursion générale le long de la Rion“ et

Sorokin et Simonowitsch, La vallée de la rivière Tchkhéréméla (Mat. pour la geologie du Caucase, 1885—1886).

Sorokin et Simonowitsch, Carte géologique du gouv. de Koutaïs.

La bourgade Souram est située au débouché d'une gorge assez large qui s'ouvre dans la plaine de la Koura.

Cette gorge est parcourue par la rivière Souramoula. On y voit développés des grès rougeâtres, marneux, compacts et friables, de l'étage sarmatique. Constituant les crêtes des montagnes qui bordent la Souramoula au N et au S, les grès sarmatiques s'affaissent graduellement du côté de la vallée de la Koura et plongent, près de la station Mikhaïlowo, sous les alluvions de la plaine. Vers l'ouest, du côté du faîte, les dépôts sarmatiques affleurent un peu à l'ouest du méridien qui passe par la station. Au milieu de la vallée, au point où est située Souram, les dépôts sarmatiques sont presque entièrement emportés: ils ne se sont conservés entiers que dans un roc isolé qui se dresse sur la rive gauche de la Souramoula, dominant le village et supportant les murs d'un ancien château fort. Le plongement des grès de ce roc est SW $3h—4h \angle 25^{\circ}$. Du côté du faîte surgissent de dessous les grès sarmatiques des calcaires cénoniens à *Ananchites ovatus* et *Inoceramus Cuvieri* dans les horizons supérieurs, à *Galerites albogalerus* dans les inférieurs. L'orientation générale du plongement des

calcaires sénoniens étant SW, leurs affleurements dans la direction de l'ouest se terminent plus rapidement dans les hauteurs sur la rive gauche de la Souramoula que dans celles de la rive droite, où passe le chemin de fer; ici ces calcaires s'étendent jusqu'à un point, connu sous le nom de „Itriyskaïa Nassyp“ (Remblai de l'Itrïa). De l'autre côté du ravin de l'Itrïa il y a déjà affleurement de roches turoniennes à *Inoceramus labiatus*, assez fréquent dans les argiles de couleur claire. Les dépôts turoniens, traversés par un tunnel, plongent vers SE *7h*—*8h* sous un angle de 10 à 12°. Plus près de l'Itriyskaïa Nassyp les couches sont plus inclinées et leur direction dévie vers SE *9h*. La même chose a lieu dans les grès glauconieux fortement calcarifères et les calcaires gréseux qui émergent de dessous le turonien près de la dernière guérite avant d'arriver à la station Poni. A une toute petite distance de la station apparaissent des grès glauconieux verts du gault, dont les horizons supérieurs, visibles au-devant, en face et au-delà de la station, semblent être dépourvus de fossiles, tandis que les couches qui se voient devant et derrière le réservoir d'eau, en contiennent en abondance. On y trouve surtout: *Hoplites* (*Desmoceras*) *Beudanti* Brong., *Desmoceras Mayorianum* d'Orb., *Acanthoceras mamillare* Schloth., *Phylloceras subalpinum*, *Phylloceras Velledae* Mich., *Belemnites minimus* List., *Belemnites semicanaliculatus* Bl., *Belemnites pistiliformis* Bl., *Nautilus laevigatus* d'Orb., *Panopaea plicata* d'Orb., *Cerithium ornatissimum* Desh., *Scalaria dupiniana* d'Orb., *Avellana inflata* d'Orb., *Terebratula biplicata* Lam., *Rhynchonella Lamarkiana* Defr.

La station Poni, le point le plus élevé de la voie ferrée de Poti à Tiflis, est située à 3055,15 pieds (916,6 mt) au-dessus du niveau de la mer. A l'ouest, aussitôt après le réservoir d'eau, commence la descente dans le gouvernement de Koutaïs. Le faîte Souram (Poni) qui a une altitude de 3027 mètres au-dessus du niveau de la mer et qui forme la ligne de partage des bassins des mers Noire et Caspienne, s'élève à une verste environ à l'ouest de la station Poni, derrière le village du même nom.

Après un parcours de courte durée, on voit apparaître, au point où recommencent les tranchées, des calcaires et des marnes. Les affleurements de ces calcaires et marnes se prolongent le long de la ligne jusqu'à l'extrémité occidentale du village Poni où ils font place à des calcaires à *Caprotina Lonsdalei*.

Des calcaires à *Caprotina Lonsdalei* d'Orb., *C. Ammonia* d'Orb. et *Foraminiferae* affleurent sur la chaussée des deux côtés de deux petits ponts qui franchissent au dessus de la voie ferrée la rivière Khmélikhéwa, un des affluents de la Tchkhéréméla venant du versant occidental du faîte. La stratification des calcaires est dirigée à 23° avec un plongement SE de 10 à 11°. Aussitôt après le second pont, vers l'aval, les calcaires à caprotines disparaissent dans le défilé du chemin de fer et font place à des granites qui surgissent du dessous. L'affleurement des granites s'observe aussi le long de la chaussée

établie quelques sagènes plus haut. Quoique les calcaires à caprotines, surmontés de marnes et de calcaires de la zone à *Ostrea Couloni* Defr., constituent le faîte même de l'arête, ils n'ont aucune part à la composition des hauteurs s'élevant au sud et au nord de cette ligne de séparation des eaux. Les montagnes situées vers le nord sont constituées de seuls granites, contre lesquels les calcaires à caprotines ne viennent buter que du côté est. Les hauteurs les plus proches, situées vers le sud, consistent également en granites, alors que des roches de l'étage inférieur de la section éocène viennent s'ajouter aux granites de celles qui se trouvent plus loin. L'affleurement des granites s'étend en bande continue le long de la chaussée et de la voie ferrée jusqu'au hameau Tsina. Le massif de ce granite est en plusieurs endroits traversé par des filons presque verticaux d'une variété plus foncée. Les veines de mélaphyre et de diabase, si ordinaires dans les granites des montagnes Mesques, ne s'observent point ici, sauf une seule, du moins dans les affleurements existants; par contre on y voit plusieurs sorties de porphyrite amphibolique (fig. 1).

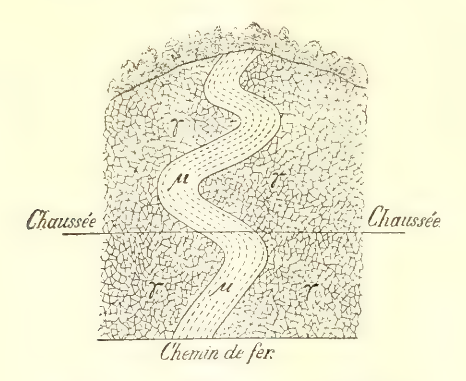


Fig. 1. γ — granite; μ — porphyrite.

Plus loin en aval, la gorge de la Tchkhéréméla, jusqu'ici étroite, s'élargit en vallon assez large, occupé par le hameau Tsipa. Là les granites vont disparaître, immédiatemeni à côté de la chaussée, sous des calcaires à *Caprotina Lonsdalei*; puis, tournant vers le nord et constituant les arêtes dominant la rive droite de la Tchkhéréméla, ils reparaissent sur la rive gauche, au-delà du pont du chemin de fer, en aval de la station postale Molita, abandonnée aujourd'hui. Sur cette distance ils forment dônc pour ainsi dire un golfe de peu de longueur, golfe comblé de dépôts crétacés et jurassiques, les premiers plutôt développés vers l'est, les seconds vers l'ouest. Le milieu du vallon de Tsipa est occupé par des dépôts du gault qui est ici représenté d'une manière assez complète.

Les calcaires à caprotines sont directement surmontés par une assise de calcaires argileux gris clair contenant de grands individus

de *Ancyloceras Matheronianum* d'Orb. qui se montrent très bien à l'extrémité orientale du hameau, près du moulin, dans les rives rocheuses de la Tchkhéréméla et de son affluent gauche, la Chamara-wiss-guélé. Dans les horizons supérieurs de ces calcaires apparaissent des marnes vertes, friables, schisteuses, qui, plus haut encore, prennent le dessus sur les calcaires qui leur y sont subordonnés. Grâce à la facile désagrégation des marnes, il y a toujours, à la base des affleurements, de grandes accumulations d'éboulis qui facilitent la recherche des fossiles. Cependant on n'y a trouvé jusqu'ici que *Bel. semicanaliculatus* Blainv.

Ces marnes friables supportent, dans les tranchées du chemin de fer, des grès marneux à glauconie, grisâtres, ou d'un vert tirant sur le brun, à faune caractéristique, analogue à celle des grès verts de la station Poni (*Desmoceras Beudanti* d'Orb., *Acanthoceras mamillare* Schloth etc.).

Semblablement aux calcaires à caprotines, les autres dépôts du gault, développés près de Poni, contournent les granites au sud pour entrer dans le vallon de Tsipa du côté oriental et en sortir, après l'avoir comblé, du côté occidental, devant les limites de Tskhovrébi.

Plus loin, quittant la région des roches de l'horizon à *Belemnites semicanaliculatus* à proximité des limites de Tskhovrébi, le chemin va traverser des calcaires, d'abord de l'horizon à *Ancyloceras Matheronianum* d'Orb., puis de l'horizon à *Caprotina Lonsdalei*. De dessous les calcaires à *Caprotina Lonsdalei* apparaissent, en aval de la rivière Oukhérem, des dépôts du système jurassique. Une porphyrite d'origine indubitablement plus ancienne forme un îlot entre les dépôts crétacés. En partie ces dépôts crétacés sont disposés autour de lui, comme le sont les calcaires à caprotines et une partie des calcaires de l'horizon à *Ancyloceras Matheronianum* d'Orb., en partie ils le recouvrent, comme par ex. les horizons supérieurs des mêmes calcaires à *Ancyloceras*.

Le vallon de Tsipa, borné au nord, comme nous l'avons déjà dit, par des hauteurs composées de granite, est délimité au sud par une bande d'élévations à pente raide, constituées exclusivement par des roches de l'étage inférieur du système éocène. C'est le même étage qui forme la base de tous les dépôts tertiaires des gouvernements de Koutaïs et de Tiflis et qui joue un rôle considérable dans la formation du massif de l'arête Akhaltsikhsko-Imérétinsky. Sur toute cette étendue les roches de l'étage inférieur de l'éocène présentent à peu près le même caractère pétrographique. Ces roches sont: grès, calcaires argileux et siliceux, argiles siliceuses, schistes argileux et argiles schisteuses, rarement marnes et tufs andésitiques qui, se mêlant par endroits de sable et d'argile, passent à des tufs sableux et argileux.

A Tskhovrébi les sédiments du système crétacé sont remplacés, comme nous l'avons dit, par de puissantes assises de dépôts jurassiques.

De là, vers l'ouest, dans la direction de Béjatoubani, les roches jurassiques prennent un développement considérable. Sur toute l'éten-

due entre Tsipis-guélé jusqu'à Tskhovrébi et même jusqu'à Bejatoubani, la voie ferrée, la chaussée et le défilé parcouru par la rivière Tchéréméla, suivent presque la même direction que la stratification des dépôts jurassiques (fig. 2). C'est pourquoi on ne voit apparaître sur tout cet espace, malgré le grand nombre et l'étendue des affleurements, qu'une bande relativement peu épaisse de couches jurassiques se rapportant au kimmeridgien. Parmi les dépôts qui recouvrent les roches mentionnées plus haut, les plus anciens sont des calcaires à caprotine du système crétacé; d'un autre côté, les roches sous-jacentes les plus récentes sont le plus souvent des grès de l'étage oolitique du jurassien moyen, caractérisé par la présence de charbon et de formes végétales, telles que *Pterophyllum Caucasicum, Pecopteris exilis, Zamites* etc.; plus rarement ce sont des grès et des calcaires à *Rhynchonella lacunosa*

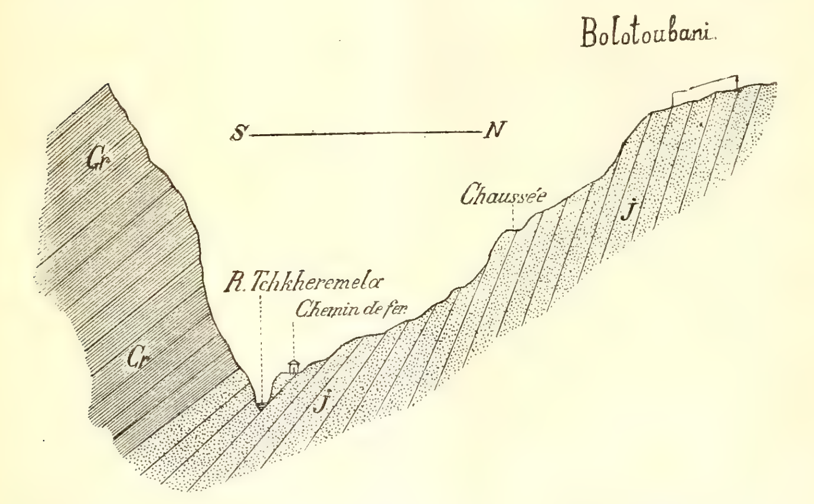


Fig. 2. *Cr* — Calcaire à caprotines; *J* — tufs et grès du système jurassique (étage kimmeridgien).

(village Chrocha et Oubissi sur la riv. Dziroula, village Tsipilawaki, riv. Kwirila près du village Sagwiné), appartenant à l'étage oxfordien. Les dépôts kimmeridgiens, développés le long de la rivière Tchkhéréméla, en aval de Tskhovrébi, surgissent de dessous les calcaires à caprotines au niveau de l'eau; puis, au point où la voie ferrée traverse en tunnel une puissante assise de porphyrite amphibolique, ils s'élèvent assez haut dans la berge escarpée, en repoussant les calcaires vers le sud. En cet endroit, ainsi qu'aux alentours de la station Béjétoubani, on voit principalement des tufs porphyritiques alternant avec des nappes de porphyrite amphibolique. Le diabase (diabase-porphyrite) et les tufs qui l'accompagnent, passent, au-dessus de la station, dans la pente de la gorge et s'abaissent ensuite vers la rivière. En descendant

la gorge de la Tchkhéréméla, on voit le porphyrite amphibolique apparaître pour la dernière fois un peu en aval de l'embouchure de la Tchtiliss, où surgissent à sa place des grès jurassiques. Plus près du pont les calcaires à caprotines se voient encore plusieurs fois dans les coupes à proximité de la chaussée, mais sans s'élever dans la pente et sans passer à gauche de la Tchkhéréméla. Dans les pentes le long du chemin de fer, près du pont, se montrent des grès marneux glauconieux du gault; les horizons supérieurs sont dépourvus de restes organiques, les inférieurs en contiennent beaucoup. On y a trouvé: *Acanthoceras mamillare* Sch., *Belemnites semicanaliculatus* Bl., *Belemnites minimus* List., *Belemnites pistiliformis*, *Turbo decussatus* d'Orb.. *Terebratula biplicata* Defr.

Ces grès glauconieux verts reposent sur des calcaires cristallins compacts à *Ostrea Couloni* Derf., *Thetis minor* Sow., *Cyprina cordiformis* d'Orb., *Waldheimia tamarindus* Dav., *Terebratula sella* d'Orb.

Les calcaires à *Ostrea Couloni* reposent sur une assise de calcaires à *Caprotina Londsdalei* d'Orb., *Pleurotomaria neocomensis* d'Orb. et *Nerinea* sp. qui occupent l'escarpement sur lequel sont établis les maçonneries du pont.

Dans un petit affleurement de grès jurassiques à côté de la voie ferrée, en aval du pont Molitsky, le grès, superposé immédiatement au granite, s'est transformé en quartzite finement lamellaire, divisé par des fissures en petites dalles séparées.

La stratification des grès jurassiques et du quartzite est à 40° avec un plongement SE d'environ 11*h* sous un angle de 40°.

A partir de là les deux pentes du défilé de la Tchkhéréméla consistent, sur une dizaine de verstes, presque exclusivement en granites. traversés en maints endroits par des filons de roches cristallines plus récentes. Les derniers affleurements des granites se terminent en aval de la station Marilissa au point de la jonction de la Tchkhéréméla et de son affluent gauche, le Legvniss-guélé, où viennent se montrer, au-dessus des granites, des dépôts sédimentaires du système crétacé (grès verts du hameau Sagandzila). Les granites de couleur claire sont presque uniquement développés entre le pont Molitsky et le point en amont de l'embouchure de la Wakhan, où la Tchkhéréméla recoupe un épanchement puissant d'andésite. Les granites foncés affleurent principalement en amont et en aval de la station Marilissa. En aval de cette station on observe aussi du gneiss. Les felsites, comparativement moins développés, ne se voient en affleurements plus ou moins considérables que près de l'embouchure de la Wakhan. A juger d'après les coupes de la gorge de la Tchkhéréméla, entre le pont Molitsky et l'embouchure de la Legvniss-guélé, les granites doivent être pénétrés de nombreux filons plus ou moins épais—les plus minces n'ayant pas plus de 0,3 m. de diamètre—de différentes roches, telles que mélaphyres, andésites, diabases, porphyrites; du moins, en plusieurs endroits, p. ex. près

du tunnel de Marilissa, ces granites se voient traversés par une grande quantité de filons de diverse épaisseur.

Vers l'aval de la gorge réapparaissent principalement des granites clairs; on peut les suivre jusqu'à un petit pré où ils font place, dans l'escarpement de la rivière, à une andésite augitique foncée qui s'étend sur les deux rives de la Tchkhéréméla jusqu'à l'embouchure de la Wakhan.

Dans le voisinage de la station Marilissa on voit principalement des granites gris foncé. A la station affleure un filon vertical de diabase. Le tunnel qui prend son commencement près de là, perce un granite sombre très micacé, passant çà et là à un granite gneissique et au gneiss. Au-dessous du tunnel les filons sont beaucoup plus nombreux: sur une distance de moins de deux verstes jusqu'à l'embouchure de la Legvniss-guélé on peut en compter plus d'une vingtaine, d'une épaisseur variant entre 0,7—1,4 m. et 6,4—8,5 mt., de préférence diabases, diabase-porphyrite, rarement mélaphyres [1]).

Au-delà de l'embouchure de la Legvniss-guélé les granites sur les deux rives de la Tchkhéréméla font bientôt place à des grès du gault, affleurant en couches presque verticales principalement sur le côté gauche de la rivière, entre la Legvniss-guélé et la Djoudjoouri (Waniss-tskhali), avec direction vers SW. Plus loin, vers le sud, l'inclinaison devient moins forte et bientôt ces grès disparaissent sous des horizons plus récents du système crétacé, notamment sous des calcaires glauconieux cénomaniens.

L'andésite augitique qui apparaît pour la première fois en face du pré Lamass-saplawi, y affleure entre les grès du gault et les granites. La même roche y constitue une colline, sur laquelle se voient les ruines de l'ancien castel Tchkhériss-tsikhé qui défendait autrefois l'entrée dans la gorge, étroite en ce point, de la Tchkhéréméla.

Les relations mutuelles de l'andésite et des grès du gault sont représentées sur les figures 3 et 4.

Le mélaphyre traverse la Tchkhéréméla près du pont du chemin de fer. Après avoir atteint une certaine hauteur de la pente, le dyke mélaphyrique s'étend parallèlement à la Tchkhéréméla, à partir du défilé parcouru par la rivière Zaraniss-guélé, restant visible sur toute la distance. Ensuite, derrière la station Karnalis-gwerdi, il disparaît, avec les grès qui l'entourent, sous les dépôts du système crétacé.

Entre l'embouchure de la Zaraniss-guélé et la station Biélogory, on voit l'andésite augitique.

---

[1]) Une gorge près de là, parcourue par la Bjoliss-Khéwi, affluent gauche de la Tchkhéréméla, montre à la base des sédiments du crétacé, cénomaniens et turoniens. Les pentes des hauteurs qui bornent la gorge au nord, sont constituées en partie par des calcaires cénomaniens et, surtout, par des grès du gault; les faîtes par des granites. Les hauteurs qui s'étendent au sud du défilé, consistent en roches sénoniennes et principalement en roches de l'étage inférieur de l'éocène. Le fond de la gorge est formé de dépôts du système tertiaire.

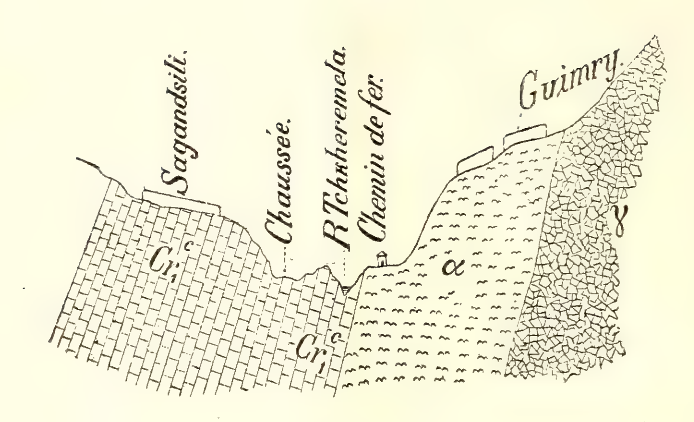


Fig. 3.

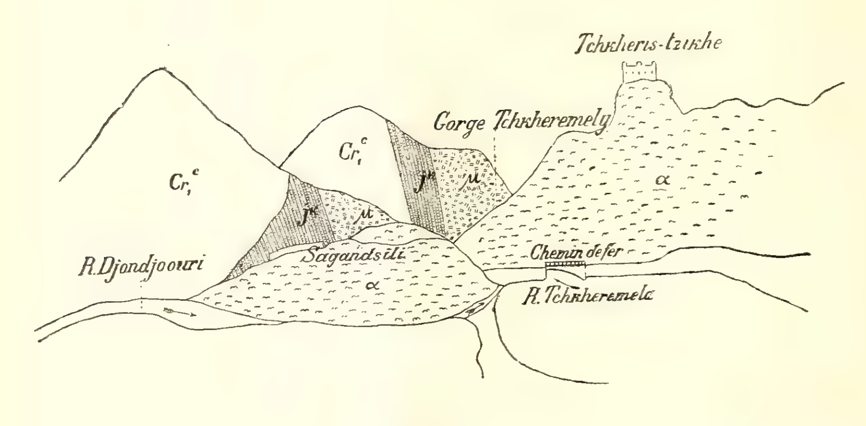


Fig. 4.

Cr_1^c — Grès du gault. α — Andésite augitique. γ — Granite. μ — Mélaphyre. I^k — Grès de l'étage kimmeridgien.

La figure suivante montre la configuration de la localité, vue de la voie ferrée:

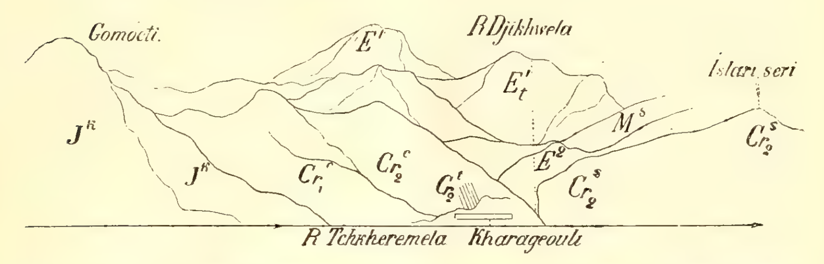


Fig. 5. M_3—Roches sarmatiques. E^2—Roches de l'étage à poissons de l'éocène. E^1 — Roches de l'éocène inférieur. Cr_2^s—Calcaires sénoniens. Cr_2^t — Argiles, marnes turoniennes. Cr_2^c — Calcaires cénomaniens. Cr_2^c — Grès du gault. J_3^h — Grès kimmeridgiens.

Les rapports mutuels des dépôts tertiaires se voient sur le profil suivant relevé à la rivière Djikhwéla (fig. 6).

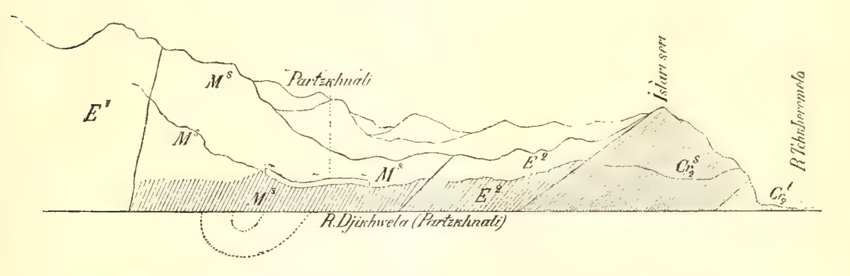


Fig 6. M^s—Roches de l'étage sarmatique. E^1—Roches de l'étage inférieur de la section éocène. E^2 — Roches de l'étage à poissons de la section éocène. Cr_2^s — Calcaires du sénonien. Cr_2^t — Marnes et argiles du turonien.

Comme le fait voir le profil, les roches sarmatiques se tiennent près de l'éocène presque verticalement, avec plongement vers le sud, c'est-à-dire elles sont quelque peu renversées.

La roche dominante des dépôts sarmatiques de la Djikhwéla est une marne compacte siliceuse d'un gris foncé un peu verdâtre, formée évidemment des roches éocènes du voisinage. Dans cette marne on trouve de nombreux moules de *Venus pulchella* Dub.

Les roches de l'étage à poissons qui surgissent du dessous du sarmatique à peu près au milieu du village Partskhnali, occupent toute la moitié nord de la vallée longitudinale. Immédiatement de dessous les grès de l'étage à poissons surgissent les calcaires du sénonien qui constituent presque seuls l'Isslari-séri, hauteur qui sépare, à gauche de

la Djikhwéla, la vallée longitudinale de la Kwirila-Marilissa du défilé de la Tchkhéréméla. On y a trouvé *Ananchites ovatus* Lam., *Micraster cor-anguinum* Ag., *Inoceramus Cripsii* Mont., *Inoceramus Cuvieri* Sow.

Tout près la station Biélogory, en aval, on voit surgir les couches presque verticales du grès du gault et les calcaires cénomaniens, arrivés là du côté gauche de la Tchkhéréméla. Au même endroit il y a affleurement de l'andésite augitique. Les grès du kimmeridgien, repoussés vers le nord, forment le massif du Karnaliss-gwerdi.

Le premier affleurement des roches crétacées se voit au point où la voie ferrée traverse en aval de la station un petit défilé. Le défilé est exclusivement constitué par des calcaires cénomaniens, de dessous lesquels se montrent, dans un petit escarpement, les grès du gault plongeant, de même que les calcaires cénomaniens, vers NE $2h$—$2{,}5h$.

Le profil 7 est pris dans la direction SE—NW le long de la rive droite de la Tchkhéréméla, entre la station Biélogory et le tunnel Rouge.

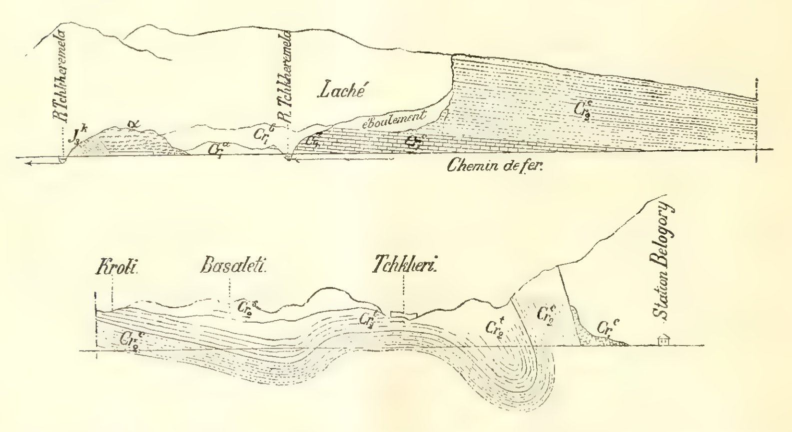


Fig. 7. α — Andésite augitique. Cr_2^s — Sénonien. Cr_2^t — Marnes et argiles turoniennes. Cr_2^c — Calcaires cénomaniens. Cr_1^c — Grès du gault Cr_1^b — Grès de la série à *Desmoceras Mayorianum* d'Orb., *Desmoceras Beudanti* Brong. Cr_1^a — Calcaires et marnes de la série à *Desmoceras Mayorianum* d'Orb. de la zone à *Ostrea Couloni* Defr. I_3^k — Kimmeridgien.

Le profil montre qu'après les grès du gault déjà décrits et les calcaires glauconieux du cénomanien apparaissent les marnes et les grès que nous classons dans le turonien.

Une hauteur, connue sous le nom de Khanguébi et formée presque exclusivement de roches cénomaniennes, s'étend perpendiculairement à la Tchkhéréméla à l'ouest de la station Biélogory. La rivière Tchkhéréméla qui traverse cette hauteur y a creusé une profonde gorge très étroite à pentes presque verticales. Non loin du débouché de ce défilé

dans la vallée Laché, une série de grès verdâtres du gault émerge de dessous les calcaires cristallins du cénomanien, d'abord dans le lit de la Tchkhéréméla, puis dans la coupe sur la rive droite, près de la voie ferrée. Ces grès verts sont accompagnés de grès argileux et marneux et de marnes calcarifères. Les horizons supérieurs sont dépourvus de restes organiques; les horizons inférieurs au contraire en renferment un nombre assez considérable: *Desmoceras Beudanti* Broug., *Desmoceras Mayorianum* d'Orb., *Acanthoceras mamillare* Schlot., *Belemnites minimus* List., *Belemnites semicanaliculatus* Bl., *Cerithium ornatissimum* Desh. etc. Les marnes, les argiles et les calcaires du gault contiennent *Ostrea Couloni* Defr.

Dans la moitié occidentale de la vallée Laché, non loin du tunnel dit Krassny, surgit de dessous les grès verts de la zone à *Desmoceras Beudanti*, une série d'argiles, de marnes et de calcaires du gault de la zone à *Ostrea Couloni* Defr. Les horizons supérieurs de cette série consistent principalement en argiles et marnes très argileuses. Toutes ces roches renferment la faune suivante: *Nautilus Neckerianus* Pict., *Nautilus nov. sp.*, *Acanthoceras crassicostatum* d'Orb., *Phylloceras Velledae* Mich., *Belemnites semicanaliculatus* Bl., *Ostrea Couloni* Defr., *Trigonia daedalea* Park., *Cyprina cordiformis* d'Orb., *Panopaea plicata* d'Orb., *Waldheimia tamarindus* Dav., *Terebratula Moutoniana* d'Orb., *Rhynchonella lineolata* Phil., *Rhynchonella Lamarkiana* d'Orb. etc.

Pour être plus clair nous donnons le profil de cette coupe (fig. 8) relevée le long du chemin de fer [1]).

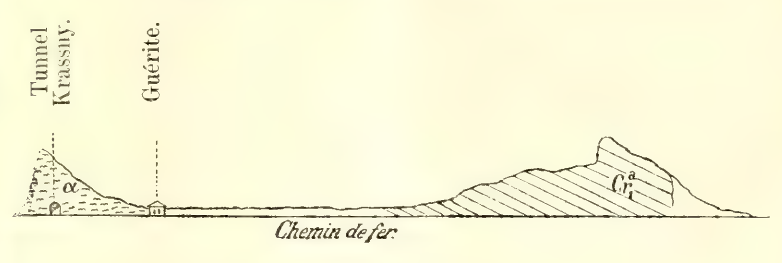


Fig. 8.

Les calcaires argileux et les marnes de la zone à *Ostrea Couloni* Defr. accompagnent, près du tunnel Krassny, l'andésite augitique, comme on peut l'observer dans l'affleurement du côté gauche (sud-occidental) du chemin de fer. Le membre le plus inférieur des dépôts crétacés locaux, le calcaire à caprotines qui supporte ordinairement les calcaires et les marnes, n'y est pas visible; on le voit pour la première fois distinctement à droite de la Tchkhéréméla, près du village Twerki. Cette circonstance et le fait que de l'autre côté de l'affleurement de l'andésite, à l'extrémité occidentale du tunnel Krassny (fig. 8), appa-

[1]) La signification des lettres est la même que celle du profil 7.

raissent des grès kimmeridgiens rouges fortement ferrugineux, font présumer que les calcaires argileux et marnes de la zone à *Ostrea Couloni* Defr. y recouvrent les calcaires à caprotines en discordance.

Les grès kimmeridgiens rouges très ferrugineux qui viennent se montrer au bout occidental du tunnel Krassny, remplacés souvent par des grès rouges et des marnes foncées, s'étendent de là vers l'ouest et sont encore une fois traversés par des porphyrites près de l'embouchure de la Dzirotala. La même chose s'observe à la jonction de la rivière Lossiant-Khéwi et de la Tchkhéréméla, ainsi qu'au Charopani, c'est-à-dire au point où la rivière Kwirila tombe dans la Tchkhéréméla.

XXVa

EXCURSION A TKWIBOULI

PAR

S. SIMONOWITCH.

Bibliographie.

Dubois de Montpéreux. Voyage autour du Caucase etc. Paris 1839—43. Six volumes et un atlas.

Abich. Vergleichende geol. Grundzüge etc. Prodromus einer Geologie der kaukasischen Länder. 1858. St. Petersburg.

Abich. Quelques observations sur la houille découverte en Imérétie. Journ. d. mines. 1847, (en russe).

Abich. Aperçu de mes voyages en Transcaucasie en 1864. Moscou 1865. Soc. Imp. des naturalistes de Moscou.

Goeppert. Ueber das Vorkommen von Liaspflanzen im Kaukasus etc. Abhandlungen der Schles. Gesellschaft für Vaterl. Cultur. 1861.

E. Favre. Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase. Genève. 1875. Accomp. d'une carte géol, etc.

Hauer. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt. 1864 (Analyses comparatives).

Batzéwitch et Simonowitch. Description géologique d'Okriba. Tiflis. 1873. Avec une carte géologique.

Simonowitch, Sorokin et Batzéwitch. Description géologique d'une partie des districts de Koutaïs et de Charopan du gouv. de Koutaïs, Tiflis, 1874. Avec une carte géologique.

Simonowitsch, Sorokin et Batzéwitch. Description géologique de quelques parties des districts de Koutaïs, Letchkhoum, Sénak etc. Mat. pour la géol. du Caucase. 1875. Avec un atlas.

Kozovskoï. Les gisements de houille de Tkwibouli. Journ. des mines. 1893. № 5—6, p. 181. Analyses.

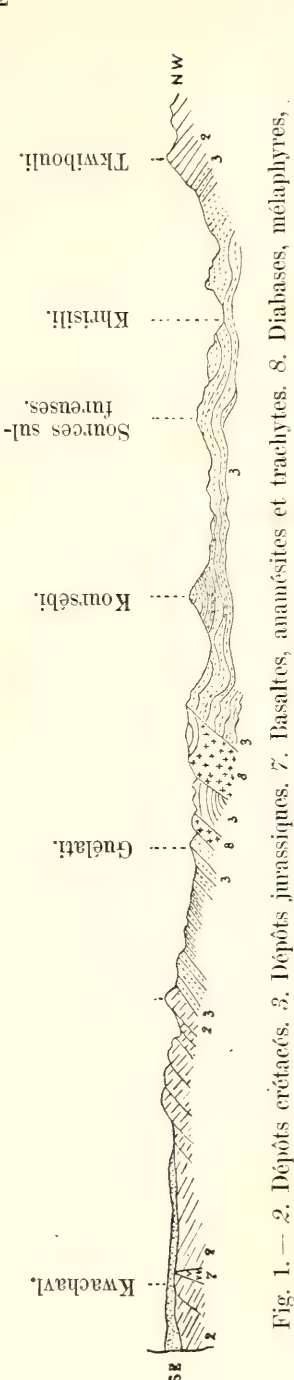


Fig. 1. — 2. Dépôts crétacés. 3. Dépôts jurassiques. 7. Basaltes, anamésites et trachytes. 8. Diabases, mélaphyres, porphyrites et teschénites.

Voir aussi la bibliographie dans le guide le long de la Rion.

Cartes topographiques, 1 verste et 5 verstes dans le pouce anglais, publiées par la section togographique caucasienne de l'Etat-Major.

Cartes géologiques jointes aux travaux des géologues du Caucase et de E. Favre.

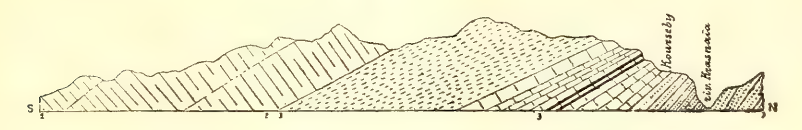
Simonowitch et Sorokin. Carte géologique d'une partie du gouv. de Koutaïs, avec texte explicatif. Publiée par l'Adm. min. du Caucase en 1887. Tiflis.

Okriba, situé au nord de Koutaïs, est une vaste vallée de la forme d'une auge, large de 20 kilom., et entourée presque de tous les côtés de roches crétacées. Les eaux ne trouvent passage dans la plaine de la Colchide que par le défilé Tskhal-tsirel et la gorge de la Dzérouli. Cette rivière prend naissance, ainsi que de nombreux ruisseaux peuimportants (Tchirdilis-tzkhali, Moukhnari etc.), au flanc sud de l'arête Nakéral et se continue sous le nom de Tkwibouli, en traversant une assez large vallée, entre les montagnes Satzirsky et Lagorisky.

Sur la pente nord de l'arête Lagorisky, dans une localité dite Tzkhal-dossavali, au pied des montagnes de Lagori (chaîne Dédobéri), et à une altitude de 1,511 pieds au-dessus du niveau de la mer, la Tkwibouli, coulant par places sur des affleurements naturels de houille, va disparaître en deux bras dans les escarpements calcaires d'âge crétacé. Le bras gauche entre dans une grotte étroite, le bras droit se déverse dans une espèce de puits. Après un parcours souterrain de près de 4 verstes, les deux bras réapparaissent sur l'autre côté de la montagne, au nord du village

Dzwéri, à 641 pieds de hauteur absolue, et vont se continuer sous les noms de Dzérouli et Chabi-tzkhali. Le côté intérieur de la vallée d'Okriba est occupée sur toute son étendue par de puissantes couches du système jurassique, composées de roches détritiques avec marnes schisteuses et schistes, de grès argileux à charbon fossile, de diabases et de teschénites (fig. 1).

Du côté du bas cours de la Tzkhal-tzitéla, au nord-est de Koutaïs, la vallée se termine par les dépôts continus du gault dont nous avons parlé dans le „Guide le long de la Rion". Le calcaire à *Caprotina ammonia* d'Orb., s'étendant vers Guélati et Mozaméti, forme au premier de ces monastères une élévation qui atteint 1,143 pieds de hauteur absolue et dont l'escarpement est tourné vers le nord-est. Ces dépôts y recouvrent une assise d'argiles bigarrées, superposées à des grès à *Pecopteris exilis* Phill. avec intercalations de charbon. Aux environs du village Koursébi, on voit deux couches de charbon séparées par un grès micacé (fig. 2). Des sondages, enfoncés dans la couche supérieure, ont montré qu'à la profondeur de 10 sagènes elle



2. Groupe d'argiles bigarrées et de roches détritiques de l'étage oxfordien. *3.* Grès à *Pterophyllum caucasicum* et à couches de lignite. *3.* Schistes argileux liasiques.

Fig. 2.

atteint 1 arch. 10 verch. d'épaisseur, avec plongement au SO 12°. La couche inférieure est moins importante. Le charbon est assez compact. L'analyse y a constaté:

Humidité	5,40 %	
Matières volatiles	20,55 „	
Coke	74,70 „	charbon—38,30 % cendres —35,75 „

Donne un coke non agglutinant.

Les grès recouvrent les puissants schistes liasiques qui forment la partie centrale de la cuvette. Ce n'est que dans le lit de la Tzkhal-tzitéli que des nappes de diabase, et surtout de teschénite, viennent interrompre les grès. Outre le charbon, on trouve partout dans les grès des troncs d'arbre, parfois silicifiés, parfois transformés en lignite noir luisant. Des traces de lignite se rencontrent dans toute la région de la vallée d'Okriba, à Naboslébi, Tcholéwi etc. Des teschénites et diabases se trouvent, le long de la vallée de la Tzkhal-tzitéli, au pied des monastères Guélati et Koursébi, dans les alentours des villages Mandikori et en d'autres points.

Les schistes liasiques, partout plissés, se dirigent, avec leurs intercalations de grès, au nord, pour aller former, au pied du Nakéral, le socle du gisement de houille de Tkwibouli, et disparaître, de même que la houille, sous le massif de l'arête, en plongeant ici au nord (fig. 3).

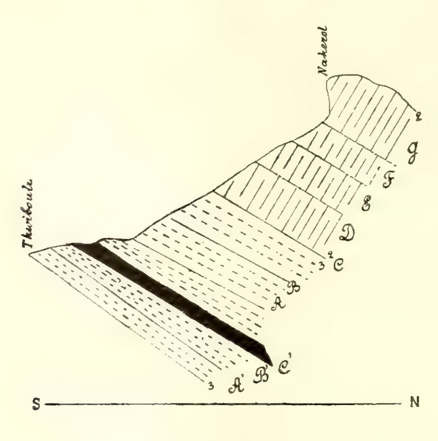


Fig. 3.

Les gisements de houille de Tkwibouli n'étaient d'abord connus, dans toute leur épaisseur, que dans la colline Ougrébi et, vers l'est, dans le Samtchréli ou Kédour, où, dit-on, on exploitait autrefois le fer oligiste contenu dans la masse de la houille. L'épaisseur totale des couches de charbon, avec le schiste carbonifère et le grès sous-jacent, est d'environ 20 m. (fig. 4). Parmi les restes végétaux que l'on

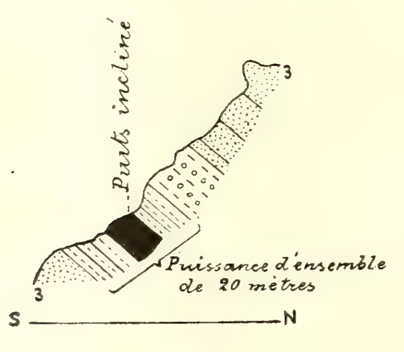


Fig. 4.

rencontre parfois dans les grès, Goeppert a distingué une *Pecopteris* voisine de *Pecopteris exilis* Phill., *Pterophyllum caucasicum* Abich. (*Pterophyllum Abichi* Goep.) *Pterophyllum taxinum* (*Zomia taxina*),

trouvés dans les formations oolithiques de Stonesfield, et des *Coniferae* mal déterminables.

Les analyses comparatives suivantes de Hauer, tirées de l'ouvrage de L. Favre, montrent la nature de la houille de Tkwibouli:

	Tkwibouli.	Grossau.	Gresten.	Hinterholz.	
Eau	1,9	1,3	1,1	—	%
Cendres	8,5	10,1	3,9	6,5	
Coke		57,8	66,1	66,3	
Unités calorifiques	62,40	55,75	65,57	63,33	

La coupe 4 montre la corrélation et la disposition des couches de charbon et des roches encaissantes.

Nous avons dit plus haut que les schistes liasiques plissés, qui supportent le mur du gisement de Tkwiboul, plongent vers le nord, en disparaissant sous la montagne Nakéral. La pente sud de l'arête est formée, dans l'ordre ascendant, des roches suivantes (fig. 3):

A' — Schistes liasiques.
B' — Grès.
C' — Charbon.

Au grès sont superposés:

A — Conglomérats granitiques.
B — Argiles micacées, grès bigarrés et sables.
C — Argiles calcarifères avec rares intercalations de calcaire.
D — Calcaires dolomitiques d'une puissance atteignant 20 m., contenant de rares *Terebratula Moutoniana* d'Orb.
E — Alternance de calcaires, grès et dolomies, intercalés parfois de minces couches de houille, et contenant de petites *Nerinea* et *Caprotina* etc.
F — Calcaire semi-cristallin, semblable à celui de Koutaïs, partiellement dolomisé, à *Caprotina ammonia* et rares *Terebratula Moutoniana* d'Orb.
G — Forme la crête de l'arête qui atteint 1,237 m. d'altitude absolue.

Les roches *F* et *G* ont ensemble une puissance d'environ 24 mètres.

XXVI

DE LA STATION MIKHAÏLOWO,

PAR

Borjom et Abas-Touman, à la station Rion.

PAR

A. KONCHIN.

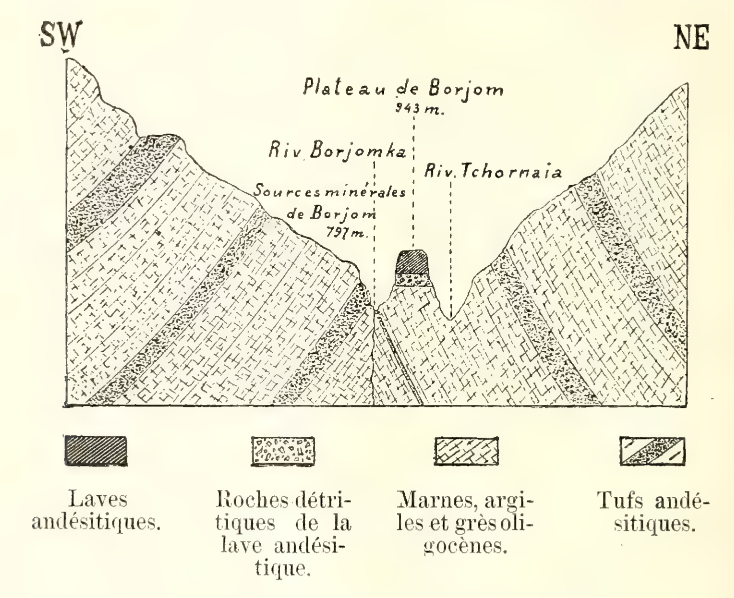
Itinéraire: Station Mikhaïlowo. Vallée de la rivière Koura. Arête du Souram. Arête Akhaltsikho-Imérétinsky. Gorge de Borjom. Plateau de Borjom. Eaux minérales de Borjom.

Le rameau de Borjom du chemin de fer du Transcaucase tourne, au pied du Souram, de Mikhaïlowo au SW pour se diriger, le long de la vallée de la Koura, vers Borjom. Sur le parcours entre le Souram et la station Mikhaïlowo on aperçoit le profil complet des dépôts crétacés. D'abord ce sont des calcaires et des marnes friables du gault à *Caprotina Lonsdalei* et *Ostrea Couloni* qui affleurent, puis des grès glauconieux du cénomanien, enfin des argiles feuilletées du sénonien à *Galerites albogalerus*, *Ananchites ovatus*, *Inoceramus Cuvieri*, disparaissant près de Mikhaïlowo sous des dépôts marneux sarmatiques.

Entre Mikhaïlowo et Borjom, la voie ferrée longe pendant plusieurs verstes la vallée alluviale de la Koura; ensuite elle entre dans une profonde gorge rocheuse que la Koura s'est creusée à travers les rameaux sud de l'arête Akhaltsikho-Imérétinsky. La gorge montre des couches éocènes fortement redressées, déchirées dans diverses directions, renfermant *Nummulites laevigata*, *Crassatella tumida*, *Ostrea bellovacina* etc. Les roches qui y affleurent sont des grès argileux, des marnes et des argiles grises, accompagnés d'argiles siliceuses et de grès, souvent de couleur rosée, rouge ou verte. Toutes ces roches sont finement stratifiées, intercalées en concordance de nappes de tuf an-

désitique dont la structure est tantôt à gros grain, tantôt à grain fin. Çà et là les roches andésitiques s'étalent en dykes.

Le plateau de Borjom est formé par une étroite coulée de lave andésitique qui est venue recouvrir, dans le triangle entre les rivières Borjomka, Tchornaïa et Koura, les dépôts sédimentaires. Ces trois rivières se sont creusé de profondes gorges aux bords de la lave. Le mouvement de la lave a été arrêté, selon toute apparence, par le soulèvement de l'arête Akhaltsikho-Imérétinsky, par suite de quoi il n'y a point de lave de l'autre côté de la Koura et on n'y voit affleurer que des



Coupe de la gorge et du plateau de Borjom.

roches sédimentaires. La même circonstance a donné au plateau de Borjom sa forme orographique originale qui rappelle les contours d'une botte. Ce plateau, bordé de trois profondes gorges, recouvert d'une forêt de sapin, est une des meilleures stations aérothérapeutiques.

La petite rivière Borjomka s'est creusé passage, au point de sa jonction avec la Koura, à travers la voûte anticlinale des strates éocènes. Une fente exokinétique, due à la rupture anticlinale des couches recouvertes par une assise peu considérable de gravier fluviatile et de sable, donne issue aux sources minérales à carbonate d'alcali de Borjom, le Vichy russe.

Le flanc gauche de la gorge de Borjom est constitué par des marnes éocènes et des grès fortement redressés, traversés par places par des tufs d'andésite amphibolique et augitique.

La Borjomka et la Tchornaïa sourdent des nappes de lave du pla-

teau volcanique Akhalkalak, parsemé de volcans éteints, de lacs de cratères et d'autres traces de l'activité volcanique.

Itinéraire: Gorge d'Atskhour de la rivière Koura. Vallon d'Akhaltsikh. Arête Akhaltsikho-Imérétinsky. Plateau d'Akhalkalak. Gorge de la rivière Poskhovtchaï. Gorge d'Abas-Touman. Eaux minérales.

De Borjom la route remonte le long de la rivière Koura jusqu'à sa jonction avec la rivière Poskhovtchaï. L'étroite et profonde gorge coupe une série de roches de l'éocène moyen: grès argileux très calcarifères et calcaires jaunâtres ou brunâtres. En dehors de *Nummulites laevigata* et *Crassatella tumida* on y rencontre *Crassatella sulcata, Venus incrassata, Turritella aedita* etc. En plusieurs endroits ces roches sont traversées par des dykes d'andésite, verticaux ou fortement inclinés.

A Akhaltsikh la série des grès éocènes recouvre une assise d'argiles schisteuses d'un gris foncé et de marnes de l'éocène supérieur à écailles de *Meletta sardinites, Zeus colchicus* etc. De ces roches sourdent des eaux minérales du type de Guniadi Janos, contenant du sel de Glauber.

Les couches de l'éocène supérieur à l'extrémité nord du vallon d'Akhaltsikh, c'est-à-dire au versant sud de l'arête Akhaltsikho-Imérétinsky, sont recouvertes en discordance par des grès marneux oligocènes, par places très ferrugineux, à *Cardium aralense, Isocardia crassa, Tellina Benedeni* etc.

L'extrémité sud du vallon d'Akhaltsikh est cachée sous des nappes et de puissantes coulées de lave descendant dans le bassin d'Akhaltsik du haut du plateau volcanique d'Akhalkalak, qui atteint en plusieurs points 10000 pieds d'altitude absolue.

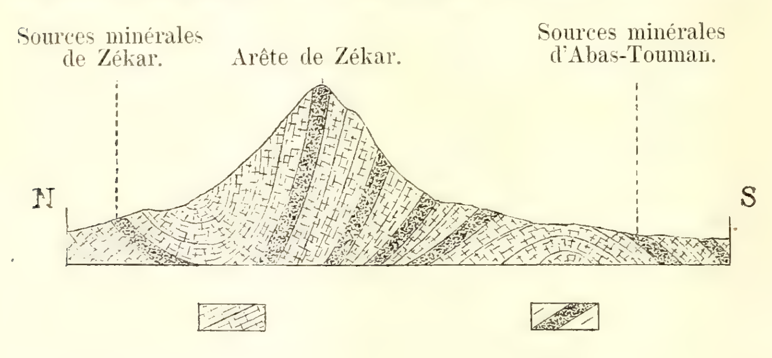
Une de ces nappes de lave, Pirsagat, s'observe, à 8000 pied audessus du niveau de la mer, dans l'angle formé par la jonction des rivières Kobliantcha et Abastoumanka avec la Poskhovtchaï. Une autre coulée, Toutadjwari, à 4600 pieds de hauteur absolue, occupe l'angle opposé, entre le confluent des rivières Abastoumanka et Poskhovtchaï. De cette manière l'Abastoumanka traverse dans son cours inférieur, jusqu'à son entrée dans la gorge à eaux minérales, des dépôts fragmentaires de roches volcaniques.

La gorge d'Abas-Touman croise la stratification des marnes et grès éocènes, intercalés çà et là par des nappes d'andésite augitique et amphibolique. De puissants dykes andésitiques se voient à l'entrée dans la gorge, au coin formé par le confluent de la Kourtskhana avec l'Abastoumanka. Un autre affleurement d'andésite, plus puissant encore, s'observe au milieu de la gorge, là où de nombreuses fissures entokinétiques, recoupant le dyke andésitique, livrent passage à des eaux minérales chaudes.

Le mur et le toit des roches andésitiques sont formés de marne et grès schisteux de diverses couleurs et d'une grande dureté, grâce au métamorphisme que leur ont fait subir les roches andésitiques, projetées très probablement sous l'eau à l'époque éocène. On peut suivre les dykes andésitiques vers le haut, sur les deux pentes de la gorge d'Abas-Touman, jusqu'à la crête de l'Idsouiouk d'une part, jusqu'à celle du Tsotsol d'autre part.

Itinéraire: Cours supérieur de la rivière Abastoumanka. Faîte Zékarsky. Eaux minérales de Zékar. Gorge de Bagdad. Rivière Rion.

A partir des sources minérales d'Abas-Touman, la route se dirige vers le haut de la gorge par une série de roches marneuses et de grès schisteux, tant éocènes qu'oligocènes. Dans la partie moyenne de la gorge ces roches sont soulevées en pli anticlinal. La montée au faîte Zékarsky commence près du confluent de l'Olsbiri et de l'Abastoumanka. En deux points se montrent de puissants dykes d'andésite qui, au cours inférieur de l'Olsbiri, forment une porte gigantesque, appelée pour son aspect pittoresque „Porte d'enchantement" (Vorota otcharovania).



Coupe de l'arête de Zékar.

A la 1-re verste de la montée on voit des couches d'andésite vert foncé, interstratifiées de marnes schisteuses éocènes, fortement recourbées dans la direction de la stratification.

A la 2-me et la 3-me verste apparaissent, entre des marnes blanches, vertes et rougeâtres, partiellement métamorphisées, des nappes d'andésite, caractéristiques par leur structure sphéroïdale ou concentrique à lames rebondies. Par places la roche semble composée de nodules de diverse grosseur qui, coupées en deux, montrent une structure semblable à celle d'un ognon.

La 4-me verste de la montée et la crête de l'arête Zékarsky se montrent constituées par des roches détritiques de l'éocène supérieur,

tufs andésitiques, grès tufeux et argiles, brèches et conglomérats. Les argiles diversement colorées et les marnes font souvent défaut. Ces roches friables offrant peu de résistance aux forces érosives, les torrents de pluie en charrient des masses considérables dans la vallée de la rivière Abastoumanka. En certains rares points on observe des affleurements très typiques de dykes d'andésite augitique présentant une séparation franche en colonnes prismatiques.

Des roches du même âge et de la même nature pétrographique composent la descente du faîte aux eaux minérales de Zékarsk. Au pied de l'arête, dans la gorge de la rivière Kerchawéti, affleurent de puissantes roches andésitiques dont les fissures entokinétiques donnent passage à des eaux minérales chaudes de la même composition chimique que celles d'Abastouman, mais d'une température plus basse de 10°.

En suivant le cours de la rivière Khanitskali, la route traverse une étroite gorge creusée dans des roches paléogènes. A l'approche du village Bagdad le défilé devient plus large et prend l'aspect d'une vallée cultivée.

A partir de Bagdad jusqu'à la station Rion, la route traverse la plaine de la vallée alluviale de la rivière Rion, occupée en partie par de magnifiques jardins et vignobles, en partie boisée de belles forêts, çà et là déserte et marécageuse.

XXVII

LES ENVIRONS DE KOUTAÏS

et

la vallée de la rivière Rion entre Koutaïs et l'arête Mamisson.

PAR

SIMONOVITCH.

Bibliographie.

Pallas. Reise durch verschiedene Provinzen des russischen Reichs. 1771—76, St. Petersb.

Güedenstedt. Reise durch Russland und im caucasischen Gebirge. 1787—1791, St. Pet.

Güedenstedt. Reise nach Georgien und Imeretien. Von Klaproth. 1815, Berlin.

Güedenstedt. Beschreibung der kaukasischen Länder. Von Klaproth. 1834, Berlin.

Engelhardt und Parrot. Reise in die Krym und den Kaukasus. Berlin, 1815.

Kupfer. Voyage dans les environs du Mont Elbrous dans le Caucase en 1829: St. Pétersbourg, 1830.

Eichwald. Reise auf dem Kaspischen Meere und dem Kaukasus in den Jahren 1825—26. Stuttgart und Tübingen, 1834—37,

Dubois de Montpéreux. Voyage autour du Caucase et en Crimée. Paris, 1839—43.

Koch. Reise durch Russland und den kaukasischen Isthmus. Stuttg. u. Tübingen, 1842.

Hommaire de Hell. Les steppes de la mer Caspienne, le Caucase etc. Paris, 1843—45.

Murtchison, Verneuil et Keyserling. Geology of Russia. T. I.

Abich. Geologische Skizzen aus Transkaukasien (Bullet. de la sect. phys.-math. de l'Acad. d. sc. de St. Pétersb. 1847, t. V).

Abich. Erläuterungen zu einem Profile durch den Abhang des Kaukasus vom Elbruz bis zum Beschtaou (Zeitsch. für allgemeine Erdkunde. Berlin, 1853).

Abich. Das Meschische oder Karth-Imeretimische Grenzgebirge in geologischer und climatologischer Beziehung (Bull. classe phys.-math. de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersb., t. IX, 29).

Abich. Vergleichende Grundzüge der Geologie des Kaukasus, wie der armenischen und nordpersischen Gebirge (Mém. de l'Acad. des sc. de St. Pétersb. 1859, IX).

Abich. Sur la structure et la géologie du Daghestan (ibid. 1862).

Abich. Beiträge zur geologischen Kenntniss der Thermalquellen in den kaukasischen Ländern. Tiflis, 1865.

Abich. Aperçu de mes voyages en Transcaucasie en 1864 (Bullet. de la soc. des natural. de Moscou, 1865).

Abich. Zur Geologie des südöstlichen Kaukasus (Mél. phys. et chim. tirés des Bullet. de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersb., 1866).

Abich. Etudes sur les glaciers actuels et anciens du Caucase. Tiflis, 1870.

Abich. Bemerkungen über die Geröll- und Trümmerablagerungen aus der Gletscherzeit im Kaukasus (Mélanges phys. et chim. tirés des Bull. de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersb.).

Trestrfield. Travels in the central Caucasus and Bashan, 1869, et autres oeuvres du même auteur.

Abich. Ueber die Lage der Schneegrenze und die Gletscher der Gegenwart im Kaukasus (Bull. de l'Acad. des sc. de St. Pétersbourg, t. XXIV).

Stebnitsky. Sur l'élévation de la ligne des neiges éternelles du Caucase (Bull. de la Soc. Imp. russe de géographie, t. IX).

Stebnitsky. Observations sur l'extension des glaciers du Caucase (Bull. de la Soc. Imp. russe de géographie, section du Caucase, t. V).

Dinik. Les glaciers anciens et actuels du Caucase (Mémoires de la Soc. Imp. Russe de Géographie, section du Caucase, t. XIV).

Growé. Le Caucase froid. 1881, St. Pétersbourg.

Favre. Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase. Genève, 1875.

Matériaux pour la géologie du Caucase, 1873—95, édit. de l'Admin. min. du Caucase, avec nombreuses cartes et profils. Articles de m-rs Barbot de Marny, Konchin, Batsévitch, Sorokin, Gavrilow et Simonowitch. Les travaux de m-rs Batsévitch, Sorokin et Simonowitch concernent principalement le Transcaucase de l'ouest et, en partie, du sud et du nord; ceux de m-rs Barbot de Marny, Konchin et Gavrilow sont relatifs au Caucase

du nord, au Petit Caucase, au Daghestan et à la presqu'île d'Ancheron.

Simonowitch et Sorokin. Carte géologique d'une partie du gouvernement de Koutaïs avec téxte explicatif, édit. de l'Admin. min. du Caucase. 1887, Tiflis.

Simonowitch. Classification de la craie du Caucase. Travaux du VI Congrès des naturalistes et médecins. St. Pétersbourg, 1879.

Karakasch. Sur la faune des dépôts crétacés dans les vallées des rivières Assa et Kambilavka etc. St. Pétersbourg, 1893.

Cartes topographiques, une de 1 verste, une autre de 5 verstes, publiées par la Section topographique du Caucase de l'Etat-Major.

Cartes géologiques, jointes aux „Matériaux pour la géologie du Caucase". 1873—95.

Simonovitch et Sorokin. Carte géologique d'une partie du gouv. de Koutaïs. 1887.

Favre. Carte géologique de la partie centrale du Caucase, jointe à ses „Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase". 1875.

A. Inostranzew. A travers la chaîne principale du Caucase. Explorations géologiques pour le chemin de fer projeté à travers l'arête Arkhatsky, faites entre Wladikavkaz et Tiflis. Compte rendu de l'Administration des chemins de fer de la Couronne. St. Pétersbourg, 1896.

Afin que le profil Koutaïs-Mamisson soit compréhensible sans excursions secondaires dans les défilés latéraux, nous nous permettrons de faire quelques observations sur l'ensemble de la géologie du Caucase.

Les roches cristallines qui, on le sait, jouent un rôle important dans la composition de la chaîne du Caucase, suivent une direction générale WNW—ESE. S'étendant en bande large de 30 kilomètres sur le méridien de l'Elbrous et servant de base au cone de l'Elbrous et aux dépôts mésozoïques, elles constituent la chaîne centrale. La largeur de cette bande diminue vers l'est sans que toutefois, sur un parcours de 120 kilomètres, la hauteur de la chaîne ne devienne moindre: aucun des cols n'a moins de 3000 mètres d'altitude. L'axe centrale de la chaîne, formée par du granite, s'abaisse rapidement dans la pente sud de la partie supérieure des vallées de l'Ingour et de la Rion. Les schistes cristallins et les gneiss disparaissent sous le granite où ils recouvrent des dépôts plus récents (dislocation renversée), alors que sur la pente nord ils se voient normalement stratifiés sur le granite, formant en même temps une bande élevée, très favorable au développement des glaciers. A l'est du Mont Adaï-khokh (Mont de Dieu, point du croisement de la chaîne principale et de la chaîne latérale) les roches cristallines, rejetées sur la pente du nord, cessent de former la ligne du partage des eaux: bien que leur hauteur soit toujours encore con-

sidérable, elles diminuent rapidement en largeur pour disparaître entièrement à l'est de la vallée de la Térek.

Un autre nœud cristallin, principalement du granite—et partiellement de la syénite, est situé vers le sud de celui dont nous venons de parler; il forme le massif de l'arête Meskhisky, ainsi que sa terrasse occidentale, connue sous le nom de Satsérétlo. Se dirigeant du NE au SW, il sépare les bassins de la Rion et de la Koura, c'est-à-dire les bassins de la Mer Noire et de la Caspienne. Il est entouré de couches faiblement inclinées de dépôts secondaires et tertiaires.

„Des schistes argileux anciens s'étendent avec une largeur considérable vers le sud des roches cristallines. Ces schistes, souvent ardoisiers, dépourvus de fossiles ou n'en contenant qu'une faible quantité. plongent, au flanc sud de l'arête (habituellement vers NE) sous des schistes cristallins et forment eux-mêmes des montagnes élevées. Sur le flanc nord, au contraire, ils apparaissent en couches verticales au milieu des roches cristallines. *Bythrotrephis* Hall., le seul reste organique qu'on trouve dans les schistes argileux, indique leur âge paléozoïque.

Au flanc sud viennent directement se rattacher à ces formations des schistes argileux et des grès houillifères qui appartiennent au jura (lias et en partie dogger). Dans ces roches, surtout dans les grès subordonnés aux schistes liasiques, on trouve, outre des formes végétales jurassiques, quantité de blocaux de „schistes argileux anciens". La section inférieure du jura, bien exprimée aux deux pentes, représente soit un dépôt marin littoral, soit un dépôt lacustre ou terrestre, et consiste en grès ou en marnes. Les couches, généralement pauvres en restes organiques, ne renferment que des débris de plantes terrestres, étudiées déjà par Goeppert et rapportées par lui au lias (*Pterophyllum caucasicum* Ab., *Pt. Abichianum* Goep., *Pecopteris exilis*, Phill., *Zamites sp.*, *Coniferae* etc.). De plus on y trouve des gisements considérables de lignite et de houille. Les fossiles marins que l'on y rencontre, se rapportent soit au lias (*Harpoceras Toarcense* d'Orb.), soit à l'oolithe inférieur et moyen (*Harpoceras Murchisoni* Sow., *Stephanoceras Humphryesianum* Sow., *Phylloceras tripartitum* Ziet). Au versant nord, ces couches plongent régulièrement vers le nord; au versant sud, elles sont fortement disloquées et plissées. Entre les couches viennent affleurer en beaucoup de points des roches récentes et éruptives—mélaphyres, diabases, porphyrites augitiques, teschénites. La formation de ces dépôts semble avoir commencé à l'époque liasique et s'être continuée sans interruption jusqu'à l'époque bathonienne.

La section supérieure du jurassique est presque entièrement formée de calcaires. Au versant sud elle est encore peu connue; jusqu'ici on ne l'a trouvée qu'en quelques rares points: calcaires ferrugineux et grès de Katskha, Chroch, Kwirila (*Cardioceras alternans* Buch., *Posidonia ornata* Quenst., *Rhynchonella lacunosa* Quenst. etc.), calcaires et grès des village Khirkhonissi et Korta dans la région Ratcha (*Phylloceras tatricum* Pusch., *Trigonia costata* Goed., *Hemicidaris*

crenularis Ag.). Au versant nord, au contraire, elle est puissante et forme une chaîne élevée. On y distingue, de bas en haut, les dépôts suivants: calcaires à fossiles bathoniens et calloviens (*Parkinsonia Parkinsoni* Sow., *Macrocephalites macrocephalus* Schlot., *Rhynchonella varians* Schlot.); calcaire à crinoïdes; oolithe ferrugineuse à *Belemnites hastatus* Blain., *Cosmoceras Jason* Rein., *Harpoceras lunula* d'Orb., *Peltoceras athleta* Phill., *Stephanoceras coronatum* Brug.; calcaires siliceux à *Cidaris florigemma* Münst.; calcaires magnésiaux à *Nerinea* et *Diceras;* calcaires à *Pteroceras.*

La puissance de ces calcaires, par ex. dans la vallée de l'Ardon, atteint pour le moins 800 mètres.

Le système crétacé, très puissant au Caucase, est superposé au versant nord à la section supérieure du jura, tandis qu'au versant sud il repose presque partout sur la section inférieure du jura et même sur les granites.

La coupe la plus instructive du système se voit près de Kislowodsk. L'étage néocomien commence par des calcaires et marnes à *Nautilus pseudoelegans* d'Orb., *Astarte neocomiensis* d'Orb., *Ostrea Couloni* Defr.; puis viennent des oolithes ferrugineuses et des grès verts à *Belemnitella minima* Zitt., *Cardium Roulinianum* d'Orb., *Trigonia alaeformis* Park.. *Tr. Daedalea* Park. Au-dessus de ces couches, d'une épaisseur totale jusqu'à 350 m., s'élèvent en saillie des calcaires blanc grisâtre d'une puissance, près de Kislowodsk, de 200 mètres, correspondant à la craie blanche à *Inoceramus Crispi* Mont., *Pachydiscus Baeri* Sim. et *Ananchytes.*

Les dépôts crétacés du versant sud offrent un tout autre caractère. L'étage néocomien, autant que nous le sachions, n'y est pas exprimé (paléontologiquement) d'une manière nette. Les calcaires et dolomies à *Caprotina (Trequiema) ammonia* d'Orb., *Capr. Lonsdalei* d'Orb., qui sont à la base du gault en formant l'horizon inférieur à rudistes, correspondent à l'étage urgonien. Les calcaires urgoniens qui jouent un rôle important dans l'orographie du versant sud, forment des chaînes à parois escarpées dont ils constituent même les sommets culminants atteignant parfois l'altitude des Alpes. En dessus viennent les calcaires, marnes et grès verts du gault, renfermant *Ancyloceras Matheronianum* d'Orb., *Scaphites Ivani* d'Orb., *Phylloceras Velledae* Mich., *Belemnitella minima* Ziet., *B. semicanaliculata* Bl., *Ostrea Couloni* Defr., *Haploceras Beudanti* Brug., *Rhynchonella lineolata* Phill., *Terebratula Moutoniana* d'Orb. etc. La section supérieure du crétacé présente des calcaires à noyaux de silex et *Ananchites ovata* Lam. etc., et des marnes à *Inoceramus labiatus* Lam. etc. Les couches nummulitiques qui, on le sait, manquent au versant nord, sont faiblement développées au versant sud où ils n'apparaissent qu'en bandes étroites, dans les vallées des rivières Tskheniss-tskhala et Rion, de marnes schisteuses à *Nummulites Murchisoni* Brun., *N. Biaritzana* d'Arch., *Orbitolites discus* Bert. etc. Par contre les dépôts miocènes sont très puissants au versant sud, notamment les couches

sarmatiques qui bordent le bassin de la Mingrélie, occupent les plaines ondulées de la Kartalinie, de la Kakhétie et le plateau Satsérétlo et séparent les profonds golfes des régions Letchkhout et Ratcha. Ces couches, riches en fossiles (*Tapes gregaria* Port., *Cardium obsoletum* Eichw. etc.) sont fortement disloquées. Les couches nummulitiques et sarmatiques sont séparées par un étage, appelé par les géologues du Caucase „étage à poissons". Cet étage se compose de marnes schisteuses, d'argiles et de marnes friables et contient, avec *Meletta sarbinites, Lamna, Otodus* etc., etc., d'énormes gisements de minerai manganèse.

Les grandes éruptions volcaniques ont eu lieu au Caucase à la fin de la période tertiaire ou au commencement de la posttertiaire. Leur influence sur le soulèvement de la chaîne n'a été que purement locale. Le cône de l'Elbrous (5,646 m.) constitué par de l'andésite quartzeuse, s'est élevé au milieu de roches cristallines au point où la partie occidentale du Caucase atteint sa plus grande largeur et où les formations sédimentaires sont le moins soulevées. Le cône du Kazbek (5,643 m.) formé d'une andésite moins quartzeuse, s'est formé au point où viennent se toucher les roches cristallines et les schistes argileux. C'est l'endroit du plus grand resserrement de la chaîne et du plus fort soulèvement des dépôts. D'autres éruptions moins importantes d'andésite, de dolérite, de basalte, ont eu lieu sur divers points de la chaîne, principalement au versant sud. La majeure partie des coulées de lave, émergées de ces centres principaux, se sont étalées sur les puissantes assises de blocs.

De cette manière les structures orographique et géologique des deux versants de la chaîne du Caucase se présentent sous des aspects fort différents. Sur le versant nord, les dépôts mésozoïques et tertiaires sont déposés régulièrement, formant une série de couches inclinées vers le nord et disposées en gradins, les unes après les autres, de sorte qu'en s'éloignant de l'axe centrale, on voit apparaître successivement les zones des dépôts jurassiques, du néocomien supérieur et de l'inférieur, du grès vert, de la craie et des couches tertiaires. Depuis l'époque jurassique, le flanc nord n'a subi que des oscillations lentes qui n'ont pas changé son relief et le soulèvement qui a placé les dépôts à leur hauteur actuelle. Le versant sud au contraire, où abondent les roches éruptives et qui est situé dans le voisinage du plateau de l'Arménie, a été affecté par des mouvements plus intensifs dont les effets, plissements et failles, ont donné aux dépôts une grande irrégularité. Les couches plus anciennes que le crétacé accusent presque partout un plongement vers le nord. Une immense faille, qui a presque entièrement fait disparaître les calcaires au nord des Monts Mesques, s'observe dans les vallées des rivières Aragwa, Kson, Medsoudy, Liakhwa; une autre faille se voit dans les vallées de la Rion et de la Tskhéniss-tskholi. D'immenses cassures du sol, marquées par des fentes, ont été produites, selon toute apparence, par des failles parallèles à la chaîne cristalline, qui ont eu pour effet la presque entière

disparition des schistes et le plongement des couches vers le nord. Ce plongement, à peu près constant pour les dépôts du système jurassique, ne s'observe point dans le gault et les calcaires superposés, preuve que les grandes dislocations du sol ont eu lieu avant le dépôt de ces derniers sédiments. Mais, prenant en considération le plissement du gault et des calcaires superposés, de même que la hauteur relativement élevée qu'ils occupent sur tout le versant sud, on arrive à la conclusion que les derniers phénomènes tectoniques, lors de la formation de la chaîne du Caucase, ont été produits par des causes plus énergiques que celles qui ont agi avant l'époque du crétacé.

La période posttertiaire s'est manifestée au Caucase par le développement considérable de glaciers, moins fort cependant au versant sud qu'au versant nord. Des dépôts glaciaires se trouvent au cours supérieur de la Rion et de l'Ingour, mais on n'en voit aucune trace à une distance plus considérable de la chaîne centrale. Par contre, le développement de dépôts glaciaires au versant nord offre des faits remarquables. Bien que les glaciers des vallées de la Malka et de la Baksan ne paraissent pas avoir atteint la plaine, on voit à l'ouest, près de la Naltchik, une énorme accumulation de blocs, à l'entrée même dans la plaine; dans la vallée de la Térek les blocs erratiques se trouvent à une distance de 30 verstes du pied de la chaîne. Le grand nombre de blocs andésitiques (trachytiques) témoigne qu'une partie des glaciers, si ce n'est tous, est de date plus récente que les éruptions trachytiques.

Les neiges éternelles occupent plus de 300 verstes de la longueur de la chaîne du Caucase. D'après M. Stebnitsky la hauteur moyenne de la ligne des neiges serait, sur le flanc sud, de 9,606 pieds dans sa partie occidentale, de 10,600 pieds dans la partie centrale et de 12,000 pieds dans la partie orientale. Au versant nord la limite des neiges est plus élevée de 1,000 à 1,500 pieds. Au Transcaucase (Ararat, Alaghez) elle passe à environ 12,000 pieds. Tous ces chiffres n'indiquent que la limite moyenne des neiges et varient pour les différents endroits; ainsi, par exemple, il y a dans la partie de la chaîne principale traversant la Kakhétie des sommets qui s'élèvent à 12,000 pieds, c'est-à-dire au-dessus de l'altitude moyenne de la limite des neiges, et cependant, sous l'influence du voisinage de la vallée de l'Alasan, chaude en été, ils sont dépourvus de neige. Entre l'Elbrous et le Kazbek se dresse, à 395 pieds au-dessus du Kazbek, la sopka Rykhtaou (16,918) qui est presque entièrement dénudée de neige à cause de l'extrême raideur de ses pentes etc.

Bien que les névés occupent une position plus élevée au versant nord, les glaciers y descendent plus bas que sur le versant sud. La différence en est à chercher dans la structure du Caucase. En effet, au versant sud l'arête s'abaisse rapidement au-dessous du niveau des neiges éternelles, tandis qu'au versant nord la crête centrale, envoyant des arêtes latérales, se continue en de nombreux massifs élevés formant de vastes réservoirs favorables à la formation des névés. Dans

la partie ouest de la chaîne principale, les glaciers s'abaissent jusqu'à la limite moyenne des forêts, c'est-à-dire jusqu'à 7,000—8,000 pieds.

L'accès des faîtes dépend de la limite des neiges. Cette limite étant à un niveau plus abaissé à l'ouest de la chaîne qu'à l'est les passages accessibles sont plus bas dans la partie occidentale.

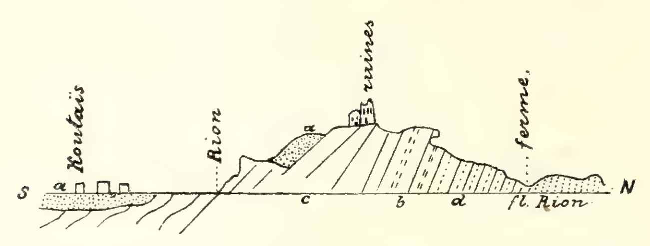


Fig. 1. — *a* — alluvion; *b* — calcaires dolomisés; *c* — calcaires à *Caprotina; d* — groupe des marnes bigarrées et des roches détritiques.

La série des calcaires et des marnes développés dans l'ordre ascendant le long de la rivière Krasnaïa, à proximitè de Koutaïs, avait été classée par Dubois et Abich dans le néocomien. Cependant leur faune semble plutôt indiquer l'appartenance de ces dépôts au gault. Parmi les nombreux fossiles, encore imparfaitement étudiés, on distingue:

Phylloceras Velledae, Mich., *Hoplites Castelanensis* d'Orb., *Ancyloceras Matheronianum* d'Orb., *Crioceras Duvalianum* d'Orb., *Cr. Cornuelianum* d'Orb., *Taxoceras Emericianum* d'Orb., *Macroscaphites Iwani* d'Orb., *Mac. Abichi* Sim., *Belemnites semicanaliculatus* Blainw., *Belemnitella minima* Ziet., *Rhynchonella lineolata* Phill., *Terebratula Moutoniana* d'Orb., *Tereb. Dutempleana* d'Orb., *Panopaea plicata* Sow., *Plicatula inflata* Sow., *Ostrea Couloni* Defr. (*Exogyra sinuata var. latissima* Defr.) et quantité d'autres.

Plongeant vers le sud, la série des calcaires et marnes disparaît sous des sédiments fragmentaires du gault qui correspondent aux grès verts à *Haploceras Beudanti* Broug. des autres affleurements dans le bassin de la Rion. Là on observe, en de nombreux points entre ces dépôts, des affleurements de basalte. Vers la station Rion et un peu plus à l'est, les roches fragmentaires du gault sont recouvertes de calcaires sénoniens à *Ananchites.* Les affleurements de ces calcaires, généralement peu considérables, ne sont connus qu'en quelques points le long de la Rion, près du bord ou dans d'anciens petits lits secs. Les calcaires, tant près de la station que le long de la rive, appartiennent à la colline peu élevée qui, séparant la vallée de la Krasnaïa de celle de la Rion, s'allonge de la station Rion jusqu'à Koutaïs où elle s'unit avec les hauteurs entourant la ville. En dehors des affleurements mentionnés des calcaires du crétacé supérieur, on ne voit, du côté de la Rion, presque nulle part sur cette étendue des roches sous-jacentes; tout est caché sous une alluvion puissante dont

l'épaisseur, par exemple près de la station, atteint 6 à 8 mètres. Néanmoins les calcaires et marnes à *Ancyl. Matheronianum* d'Orb. s'approchent tout près de Koutaïs, recouvrant directement le calcaire à Caprotines que l'on voit développé dans la ville même. Plus loin vers le nord-ouest, à l'extrémité du faubourg (Slobodka) à l'ouest de Koutaïs, les roches du gault apparaissent déjà considérablement développées dans les rives élevées de la Bogaskourka. Les premiers affleurements, principalement des calcaires dolomitiques, se montrent à proximité de la chaussée menant au village Khoni, dans une élévation, sur le coteau sud de laquelle est située la partie supérieure de la Slobodka. Les calaires dolomitiques sont immédiatement superposés aux calcaires à *Caprotina Lonsdalei* qui constituent presque tout le terrain sur lequel est bâtie la ville de Koutaïs. De beaux affleurements de ces calcaires se voient dans la ville même, des deux côtés de la Rion, près du pont, à partir duquel ils forment de nombreux „seuils" sur une distance considérable vers l'aval. Vers l'amont on les voit à l'extrémité nord de la ville, sur la rive gauche, prés du faubourg juif, et, sur la rive opposée, le long du chemin allant à la ferme. Ces calcaires accusent un plongement général vers le SW, sous un angle d'environ 22°. Au point de la jonction de l'affluent droit peu considérable, la Roua, avec la Rion, ils viennent directement recouvrir une série de roches fragmentaires de l'oxfordien supérieur, d'abord des argiles bigarrées (rouges et verdâtres) qui passent bientôt à l'assise fragmentaire, tantôt des grès, tantôt des conglomérats et des brèches. Les argiles rouges, assez répandues aux alentours de Koutaïs, affleurent dans les deux rives élevées de la Roua, au-dessus et au-dessous du pont, ainsi que sur la pente douce de la rive droite de la Rion où elles sont d'ailleurs le plus souvent recouvertes par les alluvions de la rivière. Leur couleur est le plus souvent rouge de brique, parfois rouge verdâtre ou vert clair. Les couches ne présentent pas de stratification nette et ce n'est qu'en quelques rares endroits que l'on peut observer leur plongement, en général concordant avec celui des roches superposées et sous-jacentes. En suivant le cours de la Roua vers l'amont, on voit bientôt les conglomérats et les brèches perdre leur couleur rouge. En même temps apparaissent des variations à grain plus fin, liées aux grès sous-jacents. A divers niveaux on rencontre, dans les affleurements peu considérables de ces grès, des accumulations (nids) et des couches interstratifiées de charbon. De plus, ces grès renferment par places des débris silicifiés et carbonisés de troncs et de branches, parfois des empreintes de *Pterophyllum caucasicum.* Il est facile de reconnaître qu'à mesure que l'on s'approche du village Djimistoro, la série des grès à *Pterophyllum caucasicum* vient être remplacée par de puissants dépôts de schistes liasiques. Comme ailleurs. de même ici, les schistes alternent dans les horizons supérieurs avec les grès. Les schistes, ainsi que les grès subordonnés, renferment des géodes et des lits peu considérables de pyrite; dans les schistes on rencontre, de plus, de minces couches intercalées de charbon luisant.

La zone des schistes garde ce caractère à peu près à partir du bout sud du village Djimistoro jusqu'au village Opourtchkhéti. Sur cette distance, les schistes sont assez souvent traversés par diverses roches cristallines (nous les décrirons plus bas) et offrent plusieurs petits plis. Près du village Opourtchkhéti les schistes plongent SW sous un angle de 26°, mais bientôt, vers le nord, du côté du village Jonéti, ils montrent un plongement inverse, NE $\angle$ 30°, formant de cette manière un pli anticlinal. Se continuant vers l'est, par les villages Zarati et Rioni, ce pli liasique traverse, on le sait, toute la région voisine d'Okriba. Sur toute l'étendue, à partir des abords de Koutaïs jusqu'au village Opourtchkhéti, et même un peu plus loin, nous rencontrons presque partout des affleurements d'andésites, parfois porphyritiques, plus rarement teschénites, traversant non-seulement les schistes, mais même les roches plus récentes. Ainsi, au faubourg juif près de Koutaïs, on trouve, sur les deux rives de la Rion, de l'*andésite amphibolique* au milieu des roches fragmentaires de l'oxfordien supérieur; encore plus loin au nord, l'andésite traverse les schistes liasiques affleurant sur la rive droite, en aval du village Djimistoro (à la 6-me verste au nord de Koutaïs). En s'approchant ensuite du village Goumati, on voit encore plusieurs affleurements de roches cristallines qui semblent être de l'andésite augitique. Un peu au-dessus du village Goumati, près de la chaussée, il y en a, entre autres, un affleurement où l'on peut observer la séparation en boules. La surface de la roche, fortement désagrégée et argileuse, permet facilement de reconnaître la structure à lames concentriques rebondies de ces boules. Pour ce qui est de la teschénite, ses afffleurements se trouvent principalement dans les environs du village Opourtchkhéti, entre les schistes liasiques, puissamment développés en ce lieu. D'après l'aspect extérieur on peut en distinguer deux variétés: l'une blanche, tachetée de petits points d'un noir verdâtre; l'autre, plus foncée, parfois presque noire à cause de parcelles d'un noir verdâtre dont elle est pétrie. Près d'Opourtchkhéti la variété claire semble prédominer. Les deux variétés sont susceptibles de se diviser en dalles. Il est à remarquer que la teschénite, généralement masquée par la végétation et les alluvions, affleure principalement dans les parties nord du village.

Les schistes liasiques, comme nous l'avons dit plus haut, accusent près du village Jonéti un plongement inverse vers le nord-est. Plus loin réapparaissent les mêms roches, mais dans l'ordre inverse et plongeant dans la direction opposée. A la 16-me verste, les grès de l'oxfordien inférieur plongent vers le nord-est. Au-delà du défilé Ogoro ces grès passent peu à peu en une série de roches fragmentaires très variées de l'oxfordien supérieur, développées surtout plus loin et sur une grande étendue.

A partir de la 18-me verste commence une série d'affleurements artificiels le long de la chaussée. A la 18-me verste affleurent principalement des grès. Depuis la fin de la 17-me verste, vers l'amont de la Rion, le caractère des roches de l'oxfordien supérieur change peu

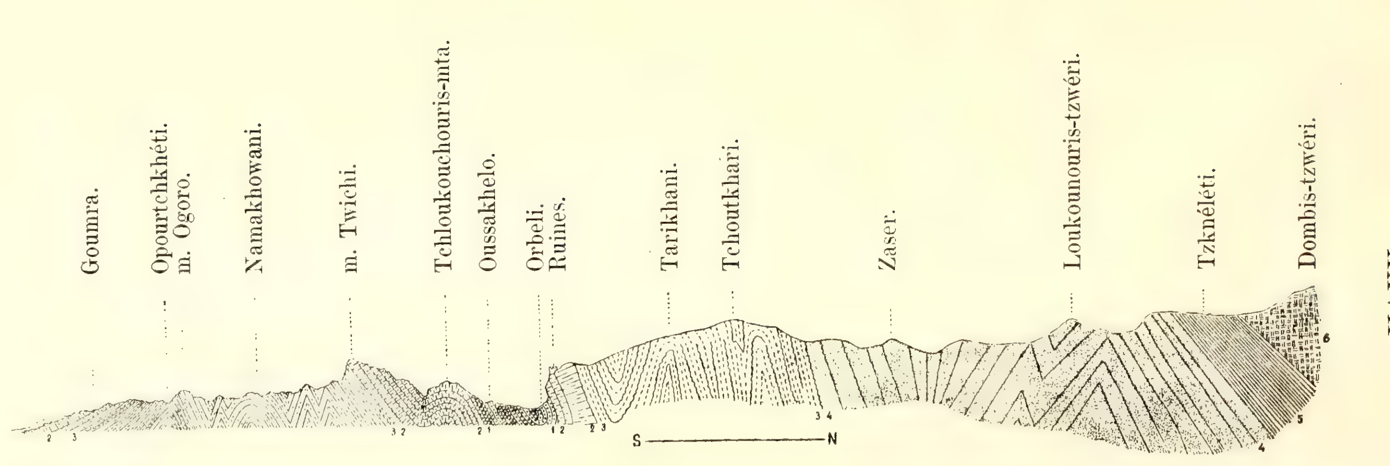


Fig. 2. — *1.* Dépôts tertiaires. *2.* Dépôts crétacés. *3.* Dépots jurassiques. *4.* Schistes paléozoïques. *5.* Schistes cristallins. *6.* Granites, syénites, gneiss, granulite.

à peu complètement. Au grès viennent s'ajouter, avec des diabases, de puissants dépôts de tufe, de brèches et de conglomérats, alternant constamment les uns avec les autres, parfois sans aucun ordre visible, et se liant souvent par des transitions insensibles:

a) Grès.

b) Brèches diabasiques.

c) Conglomérats diabasiques.

d) Tufs diabasiques.

Les cristaux d'augite et d'épidote donnent souvent aux tufs une structure porphyroïde. Ces tufs, tantôt compacts, tantôt plus ou moins friables, se reliant, par des transitions insensibles, d'une part aux grès, d'autre part aux brèches et conglomérats, se montrent ordinairement en assises stratifiées, traversées par des fissures dont la direction correspond toujours plus ou moins aux divisions de la diabase.

Les diabases, développées en de nombreux points le long de la Rion, présentent ordinairement des variétés à grain moyen et à grain fin. Leur structure est parfois porphyritique, à cause de la présence de grains de plagioclase gris ou verdâtre. Elles sont toujours traversées par un système de fissures qui leur font prendre une séparation polyèdre. La direction de ces divisions, généralement assez constante, s'y conserve sur des distances considérables. La séparation la plus distinctement exprimée s'oriente partout dans le sens opposé à la stratification des grès; ainsi, par exemple à la 18-me verste, elle est NW 10 h. avec plongement SW 4 h. ∠ 83°. La séparation moins distincte se dirige NE 3,5 h., plongeant SE 9,5 h. sous un angle de 45°. Au nord du village Namakhowani, la séparation de la diabase suit la direction NW 9 h., avec plongement SW 3 h. ∠ 74°.

Concernant le mode de gisement des diabases, il est à remarquer que partout elles apparaissent exclusivement en nappes, concordant plus ou moins avec les grès voisins, auxquels elles sont liées par des conglomérats, brèches et tufs diabasiques, de structure et d'aspect différents.

A juger d'après les affleurements le long de la Rion, entre Koutaïs et Opourtchkhéti, et même 4 verstes au-delà, l'oxfordien supérieur y est presque exclusivement représenté par des grès; des affleurements de diabases avec leurs roches alliées, tufs et brèches, ne se voient que près du faubourg juif sur la rive gauche de la Rion et, plus à l'est, près de Ghéloti et Koursébi. Encore plus à l'amont, sur la 18-me verste, apparaissent, avec des couches de tufs, des diabases. De là, jusqu'à Twichi, nous rencontrons une série d'affleurements d'alternances de grès, de tufs, de brèches et de diabases, d'aspect et structure les plus variés. Sur cette étendue il existe plusieurs plis plus ou moins importants qui affectent exclusivement les roches de l'oxfordien supérieur; dans le seul pli anticlinal de Namakhowani, un des plis les plus considérables, se montrent à la base les grès jurassiques moyens et les schistes liasiques. A la 18-me verste, près d'un petit ruisseau tombant dans la Rion du côté droit et connu sous le nom de Mégotchéoukhiss-ghélé, il y a un affleurement assez grand, intéressant en

ce qu'ici, outre les tufs et grès alternants et la diabase, viennent se montrer des roches, dont l'aspect et la composition rappelle le schalstein.

Plus loin, nous retrouvons sur la Rion l'alternance de grès et de tufs accompagnés de nappes de diabases. Les brèches commencent aussi à y apparaître.

Les grès venant après les diabases montrent d'abord un plongement vers le nord-ouest, mais au-delà d'un petit affluent droit de la Rion (19-me verste), près du pont, ils accusent un plongement inverse vers le sud-ouest. Un peu plus loin (20-me verste) on rencontre une variété intéressante du tuf diabasique qui représente déjà, proprement dit, une transition à la brèche et qui contient, à titre de mélange, une quantité considérable de cristaux d'épidote. Sur la même 20-me verste, on peut observer plus loin, dans plusieurs affleurements le long de la chaussée, l'alternance des grès, tufs, brèches et diabases. Le plongement général des grès et tufs, développés au sud de Namakhowani, se dirige NW 11,5 h., sous un angle de 40 à 45°, tandis que la séparation des tufs, habituellement moins visible, suit une direction presque inverse, SW 3,5 h. sous un angle de 73°.

Entre Namakhowani et Twéchi, où la série complète des roches de l'oxfordien supérieur va se terminer, on observe la même alternance des grès, brèches, tufs et diabases qu'avant. Plus loin viennent se montrer, alternant avec ces roches, des couches d'un calcaire cristallin blanc de neige (marbre), dont les cavités et les fissures sont souvent remplies, avec des druses de cristaux, d'un spath calcaire faiblement violacé. L'épaisseur totale de cette série de roches ne dépasse généralement pas 20 mètres. A une certaine distance de là réapparaissent les grès, tufs, brèches et diabases qu'on a vus plus tôt.

Sur tout l'espace, à commencer à peu près depuis Koutaïs jusqu'a Namakhowani, et 9 verstes au-delà, le défilé étroit, relativement très profond, de la Rion est formé de hauts rochers escarpés, souvent verticaux, tantôt de schistes liasiques, tantôt de sédiments oxfordiens, parfois de roches massives. Au point où du côté gauche la large vallée de la rivière Lekhi-doria vient déboucher dans la gorge, les hauteurs de la rive gauche de la Rion reculent loin vers l'est, faisant place à une large vallée ondulée. Plus loin, au nord, les hauteurs de la rive gauche redeviennent plus élevées, mais sans atteindre leur première altitude. La rive droite au contraire, également haute sur toute cette longueur, ne devient plus basse qu'en s'approchant du village Mekwéna où les montagnes s'éloignent quelque peu vers l'ouest, s'abaissant en gradins doucement inclinés vers le lit de la Rion.

Dans le voisinage du village Mekwéna nous rencontrons pour la première fois des blocs de calcaire à *Caprotines*, amenés sans doute par des glissements des hauteurs situées vers le nord, le Khvamli et et son rameau est, le Twichiss-Kldé. Aux environs de Mekwéna les sédiments de l'oxfordien supérieur ont subi une rupture anticlinale.

A deux verstes de là, la gorge redevient étroite passant entre des rochers abrupts de l'oxfordien supérieur qui se dressent par places

jusqu'à 180 mètres et même davantage. La route s'élève à une grande hauteur par la pente droite de la gorge, longeant parfois le bord même de l'escarpement à 80—100 m. au-dessus du niveau de la rivière. Mais bientôt le défilé va s'élargir et les pentes deviennent plus douces, recouvertes çà et là de puissantes alluvions. En même temps on voit apparaître, dans la haute rive gauche, des couches de calcaires blancs plongeant au nord, qui se continuent dans la même direction pour passer enfin aux calcaires de l'Orkhwiss-Kldé.

En s'approchant du village Twichi, la gorge s'élargit peu à peu, surtout du côté droit, mais aux monts Twichiss et Orkhwiss-Kldé elle passe brusquement à un défilé très étroit, formé d'abord par les calcaires urgoniens de ces deux montagnes, puis par les calcaires du crétacé supérieur. La gorge garde cet aspect jusqu'au village Gwérichi, au-delà duquel, après un brusque détour vers l'est, elle s'élargit plus ou moins considérablement.

La série complète des roches fragmentaires de l'oxfordien supérieur se termine au village Twichiss-Kldé par une suite d'argiles bigarrées. Les argiles rouges y prédominent de même qu'à Koutaïs, montrant les mêmes particularités que dans les affleurements le long de la rivière Roua. Les couches de ces argiles vont à leur tour se recouvrir successivement par les calcaires à *Caprotines* constituant seuls le versant sud du Twichiss et de l'Orkhwiss-Kldé. A mesure que l'on s'approche du village Lakhéti, le calcaire à *Caprotines* acquiert une teinte plus foncée. Un peu au-dessus du point où la Rion quitte le défilé formé par les montagnes Twichiss et Orkhwiss-Kldé, ce calcaire est remplacé par des calcaires d'un blanc bleuâtre ou gris, très fragiles, alternant avec des marnes friables, verdâtres ou d'un gris bleuâtre; tous les deux plongent NE ∠ 35°. Ces calcaires et marnes offrent une faune assez riche, identique avec celle des grès et marnes du gault de la rivière Krasnaïa. On y trouve dans les calcaires: *Ancyloceras Matheronianum* d'Orb., *Macroscaphites Iwani* d'Orb., *Belemnitella semicanaliculata* Blain.; dans les marnes: *Terebratula Moutoniana* d'Orb., *Belemnitella minima* Ziet. Les meilleurs affleurements du gault se trouvent sur la rive droite de la Rion, près de Lakhépis-mta, à l'est du village Lakhéti. Les calcaires et marnes, relativement peu développés (500 pieds), passent bientôt à un calcaire compact blanc grisâtre du crétacé supérieur sans fossiles, renfermant quelques inclusions siliceuses. Ces inclusions, de plus en plus nombreuses, acquièrent bientôt un développement considérable, apparaissant soit en nids, soit, le plus souvent, en lits ou couches intercalées de diverse épaisseur, toujours parallèles à la stratification. Tout en conservant ce caractère, les calcaires du crétacé supérieur s'étendent au loin, pour aller former, à peu près sur la parallèle du village Tchloukouchouri, après un pli synclinal relativement petit, la considérable voûte anticlinale de Tchloukouchouri (Tchloukouchouriss-mta) qui s'étend au nord-est et se montre nettement dans sa totalité au cours inférieur de la rivière Ladjonouri.

Au sud-est du village Gwérichi, à l'endroit où la rivière Gwérichiss-guélé tombe dans la Rion, la gorge fait un brusque coude vers l'est, de sorte que la direction de la Rion égale à peu près celle des calcaires du crétacé supérieur, développés dans cette localité. La rivière, profitant du creux de la synclinale qui passe par là, a enlevé une partie considérable du versant sud de l'anticlinale de Tchloukouchouri. Les coupes jointes expliquent la structure des alentours (fig. 3, 4). Il nous reste à indiquer un fait curieux que l'on peut observer sur plusieurs points entre les villages Gwérichi et Alpono. De part et

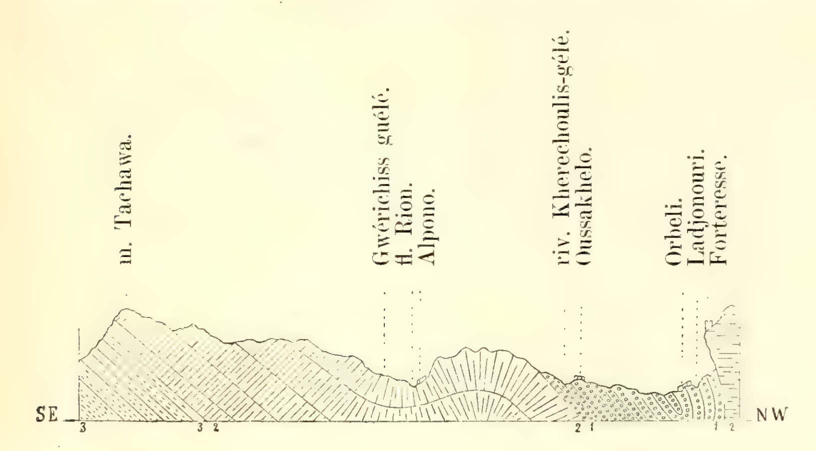


Fig. 3. — *1.* Dépôts tertiaires. *2.* Dépôts crétacés. *3.* Dépôts jurassiques.

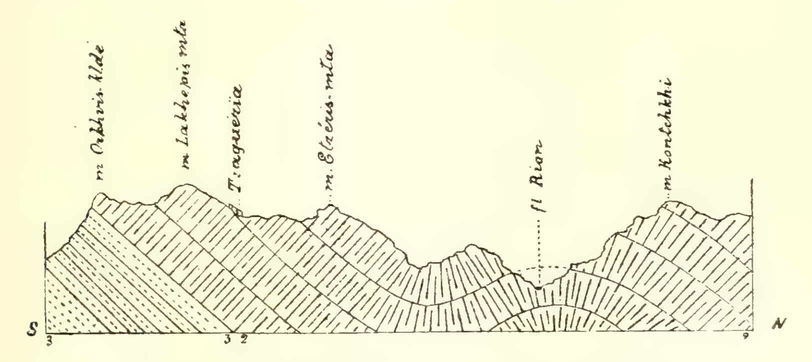


Fig. 4. — *2.* Dépôts crétacés. *3.* Dépôts jurassiques.

d'autre de la rivière, on rencontre assez souvent, dans les affleurements de la partie érodée du pli, tout un système de plis extrêmement redressés, différemment rejetés, allant transversalement à la direction du pli principal de Tchloukouchouri. Les plus caractéristiques

de ces plis se voient sur la rive droite, près de la Gwérichiss-guélé. juste au point où la Rion tourne brusquement vers le sud, et, sur la rive gauche, avant d'arriver au village Atchora (fig. 5).

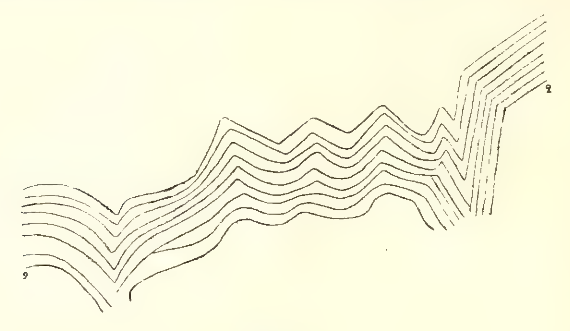


Fig. 5.

Nous avons dit plus haut que le pli anticlinal de Tchloukouchouri s'étend jusqu'à la rivière Ladjonouri. En effet, à la jonction de celle-ci avec la Rion, on aperçoit dans les deux rives de la Ladjonouri des calcaires blancs et gris extrêmement compacts dont la stratification normale est masquée par des fentes et une fausse schistosité. On y rencontre, comme d'ailleurs partout dans ces calcaires, d'abondantes nodules siliceuses rouges ou grises. Les fossiles (*Inoceramus Crispi*) y sont très rares. A l'embouchure de la Ladjonouri les calcaires du crétacé supérieur plongent vers le sud. De là, ils s'élèvent peu à peu, avec le même plongement, à une altitude absolue de 2,500 pieds, au milieu entre Alpono et Oussakhélo. Ensuite, tournant vers le village Oussakhélo, ils plongent, dans le sens inverse, vers le nord, formant ainsi la continuation de l'anticlinale de Tchloukhouchouri. Cette partie crétacée de la voûte va se prolonger, le long de la Rion, dans les régions Gardia, Oudobno et Saïrmo. Fortement érodés dans cette dernière région, les calcaires s'y dessinent dans les formes les plus fantastiques.

Près du village Tchwichi les calcaires crétacés sont recouverts par une série de marnes de l'horizon nummulitique, s'offrant sous l'aspect de calcaires d'un blanc grisâtre ou d'un gris jaunâtre et de marnes sableuses à *Nummulites intermedia* d'Arch., *Orbitolites papyracea* d'Arch. etc. Les formations nummulitiques sont très peu développées; leurs meilleurs affleurements se trouvent aux alentours des villages Agwi et Nakouroléchi. En entrant dans la vallée du bas cours de la rivière Aski-Tskholi, ils se recouvrent par les marnes calcarifères de l'étage à poissons (*Meleta* etc.) qui s'étendent sans intervalle, à partir du village Tchwichi, par les villages Toli, Chovri, Boréouli, à travers la vallée du cours inférieur de la Ritséoula, jusqu'au village Sadméli. Près de Joska, Chavro, Bouguéouli et Sadméli les marnes calcarifères sont elles-mêmes recouvertes par des calcaires

argileux à *Tapes gregaria* etc. de l'étage sarmatique. Ces calcaires, caractérisés par des formes typiques de l'étage sarmatique, ont leur plus grand développement dans les environs des villages Sarméli, Ambralaouri, Khimchi et Krikhi; ce sont eux aussi qui remplissent le pli synclinal des dépôts crétacés de cette région, pli que l'on peut suivre depuis la vallée de la rivière Tskhéniss-tskhali, vers l'est, jusqu'à la vallée de la Rion.

Les dépôts sarmatiques sont en général développés sur la Rion, à partir de sa jonction avec la Khotéoura. Dans la direction ouest ils affleurent pour la dernière fois dans les environs du village Khinchi. Là, comme partout où ils se montrent, ce sont des grès calcarifères de couleur grise, passant à des variétés à gros grain et, partiellement, à des conglomérats. Les fossiles y sont assez fréquents; le plus souvent on rencontre *Solen subfragilis* Eichw., *Cardium obsoletum* Eichw., *Tapes gregaria* Part.

Les grès calcarifères sarmatiques supportent une assise de calcaires argileux qui passent à des accumulations continues de valves de coquilles, cimentées par une matière calcareuse en une roche très compacte (falun). Les principales formes composant cette roche sont: *Tapes gregaria* Part., *Cardium obsoletum* Eichw., *Mactra Podolica* Eichw. etc.

Les dépôts sarmatiques, peu puissants dans ce rayon, se continuent avec le même caractère non loin vers l'est pour y disparaître. Sur tout cet espace ils présentent diverses accumulations de couches plus ou moins plissées. Dans le défilé de la Rion on voit succéder à ces dépôts les sédiments crétacés formant le flanc opposé du pli synclinal duquel nous avons parlé plus haut. Ces couches, disposées ici presque verticalement, forment près du village Tsissi un étroit et profond défilé rocheux, connu sous le nom local de Khidiss-Kori. L'ordre des dépôts est renversé; d'abord ce sont les calcaires sénoniens qui apparaissent, puis des marnes et calcaires avec empreintes de petites valves d'*Ostrea* sur le plan des couches, ensuite des calcaires grisâtres quelque peu argileux contenant de rares *Terebratula Montoniana* d'Orb. et passant à des calcaires compacts dans lesquels sont disséminées de nombreuses inclusions siliceuses sphériques et tubulaires, enfin un calcaire jaunâtre à *Caprotina Lonsdalei* d'Orb. Toute cette série de dépôts crétacés est redressée presque verticalement (voir la fig. 6).

Après les calcaires à *Caprotina Lonsdalei* d'Orb. et *Caprotina ammonia*, ou plutôt en dessous, viennent quelques affleurements peu considérables, dans le lit de la rivière, de grès gris, alternant avec des couches peu épaisses de schiste argileux et de grès argileux. Les roches mentionnées plus haut, toujours encore presque verticales, sont remplacées plus loin par des grès argileux d'un gris foncé passant à leur tour à des brèches et conglomérats à grain extraordinairement gros. Dans ces roches-ci on trouve assez fréquemment des cavités remplies de calcédoine, avec druses de quartz et, parfois, avec spath calcaire cristallin.

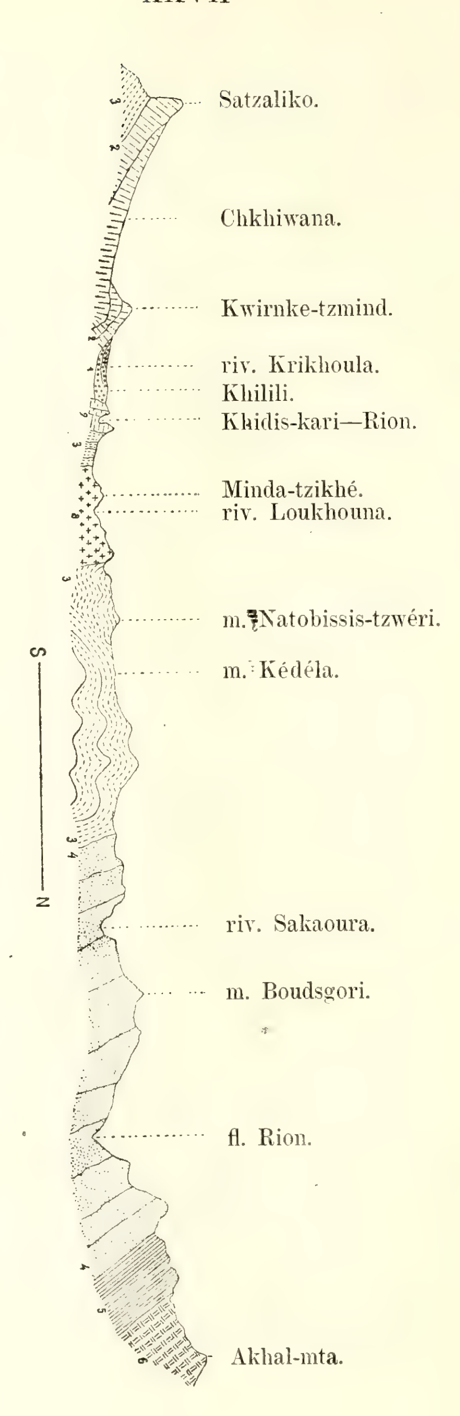


Fig. 6.—*1.* Dépôts tertiaires. *2.* Dépôts crétacés. *3.* Dépôts jurassiques. *4.* Schistes paléozoïques. *5.* Schistes cristallins. *6.* Granites, syénites, gneiss, granulites. *8.* Diabases, mélaphyres et leurs porphyrites, teschénites.

La série de ces roches, s'étendant vers le nord-est, est interrompue par des mélaphyres dont un développement considérable s'observe dans la région du cours inférieur de la Loukhounouriss-tskhali. Les mélaphyres, se continuant vers l'amont des défilés de cette rivière et de la Rion et formant, dans la direction nord-est, les hauteurs environnantes assez considérables, vont disparaître sous des roches gréseuses et schisteuses du jura.

Aussitôt après les affleurements des mélaphyres, et en superposition directe, vient apparaître, dans les hauteurs de la pente ouest du défilé de la rivière Loukhounouriss-tskhali, une série de grès argileux d'un gris foncé, contenant des restes carbonisés de formes végétales indistinctes. Le plongement général des couches de cette série se dirige vers le nord-est sous un angle de 40°. Les mêmes grès s'observent dans la gorge de la rivière voisine Santoroula, où, en amont du village Sori, ils renferment de faibles couches de lignite.

A mesure que l'on s'approche des hauteurs Natobi, on voit apparaître, au-dessus des grès carbonifères, des schistes ayant leur plus grand développement dans la vallée de la Loukhounouriss-tskhali et dans le faîte de partage entre cette rivière et le Sakaouri. Les schistes sont à divers horizons interstratifiés de couches de grès, parfois assez puissantes. Les schistes argileux liasiques accusent un plongement général vers NE jusqu'à 30°; mais peu à peu les couches deviennent plus inclinées et enfin verticales. Ensuite, près des hauteurs Natobi, le plongement redevient moins intensif et puis, les couches formant un premier pli synclinal, il va se diriger dans le sens inverse, c'est-à-dire au sud. Ce phénomène se répète assez souvent, de sorte que dans la région des hauteurs Kédéla et jusqu'à l'apparition des schistes paléozoïques près du village Outséra, la série des schistes liasiques se montre partout plissée.

Ces schistes s'étendent avec le même caractère au nord et au nord-est, en amont de la Rion, en constituant les faîtes considérables, connus sous le nom de Koupri entre les rivières Loukhounouriss-tskhali et Sakaouri. Les mélaphyres les interrompent à la jonction des rivières Rion, Djédjor, Sakaouri et, près d'Outséri, à l'embouchure de la Gomoul (voir la coupe № 7).

Les dernières assises de mélaphyre s'allongent sur les deux rives de la Rion et de la Gomoul et, se déployant non loin vers le nord-est, ils vont être recouverts par des tufs diabasiques subordonnés, comme les grès qui les accompagnent, aux schistes argileux liasiques. Entre les villages Nakiéti et Outséra, les schistes et mélaphyres sont traversés par un si grand nombre de fentes et fissures que leurs affleurements offrent un aspect réticulaire. Entre Outséra et le pont Glolsky, les grès ne se rencontrent plus si souvent et au-delà du pont ils disparaissent entièrement. Plus on s'approche du village Outséra, plus on voit se développer des schistes argileux gris et gris foncé, interstratifiés d'assez épaisses couches d'un grès argileux gris jaunâtre. Les schistes qui plongent d'abord au NE sous un angle de 40°, se redres-

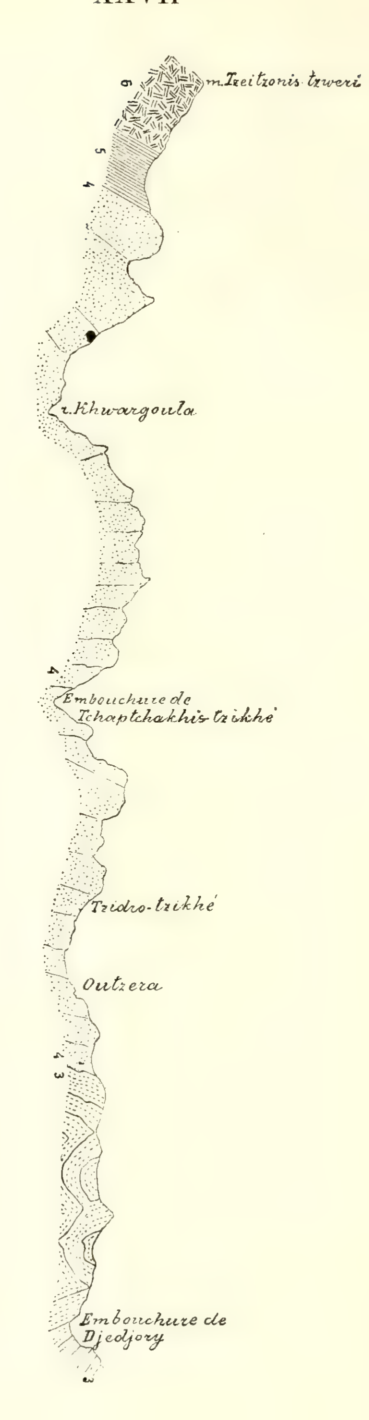


Fig. 7. — 3. Dépôts jurassiques. 4. Schistes paléozoïques. 5. Schistes cristallins. 6. Granites, syénites, gneiss, granulites.

sent peu à peu dans les pentes raides de la vallée, pour devenir verticaux, avec inclinaison vers le nord, dans les hauteurs Katisstswéri. Plus loin, en amont de la Rion, les schistes, redevenus un peu moins inclinés, sont recouverts des schistes argileux paléozoïques. Ces derniers acquièrent un développement énorme le long de la chaîne principale, dans la région du bassin de la haute Rion.

Proprement dit, il est très difficile et même presque impossible d'établir la limite exacte des schistes liasiques et des schistes paléozoïques aux points où ils sont en contact, tant à cause de la grande ressemblence de ces deux roches, que par suite de l'absence de fossiles. Que nous avons d'ailleurs affaire ici à des schistes paléozoïques, nous est prouvé, entre autres, par la présence, à Outséri, d'eaux thermales ferrugineuses, eaux qui n'apparaissent presque exclusivement que dans la région de ces schistes-ci.

Les eaux thermales d'Outséri qui jouissent d'une grande réputation dans toute la Colchide, sourdent en plusieurs endroits dans les pentes de la gorge et au niveau de la rivière. Elles sont toutes du même type, sauf une teneur plus ou moins grande en fer et en acide carbonique libre. La majeure partie de ces sources déposent un travertin tufeux caverneux.

Les schistes paléozoïques se développent de plus en plus à mesure que l'on s'approche des hauteurs Echma-Koura et Wéli-gdzéli. Ils renferment de rares empreintes de l'algue paléozoïque *Bythrotrephis*, se divisent facilement en dalles assez considérables et contiennent parfois d'abondants cristaux de pyrite, disséminés sur le plan des couches.

A ces schistes sont subordonnés des calcaires cristallins, parfois avec petites inclusions et taches de houille luisante sur la surface des couches. De plus ils renferment du quartz blanc sous forme de filons, de veines et de géodes irrégulières, plus on moins sphériques, épars en désordre dans la roche. Les cavités du quartz sont remplies de cristaux transparents bien formés et de druses de cristaux de roche. Comme dans la vallée de l'Indoura, le quartz est parfois recouvert d'un faible enduit de vert de cuivre et contient des inclusions de galène et de pyrite.

Les schistes paléozoïques de cette nature, avec direction W—E, forment, outre les vallées Takarguina et Kwatoucha, d'un côté la chaîne longitudinale entre la Rion supérieure et la Sakaoura, avec les sommets Boudzgori, Chéïssoura, Choda, Logoré, ce dernier de 11,160 pieds d'altitude, de l'autre côté le faîte de partage entre la Tchintchokhiss-tskhali et la Djédjora, avec les sommets Gueské, Dolomistswéri, Tbils et Kolats. Se continuant ensuite vers le nord-est, avec fort plongement vers le nord, ces schistes vont être recouverts, sur les saillies rocheuses de la chaîne principale, par des schistes micacés qui disparaissent eux-mêmes sous les massifs granitiques de l'Eden du Tséitsoniss-tswéri, du Kirtichiss-tswéri et de l'Akhal-mta.

Non loin du village Tchiora, un peu au sud, vient se jeter dans

la Rion, près du pont, son affluent gauche, la Glola-tskhali ou Tchontchakhiss-tskhali, qui longe la chaussée au Mamisson. La vallée de la Tchontchakhiss-tskhali est presque exclusivement formée de schistes paléozoïques, traversés seulement près du petit hameau ossète Grouchéwi (dans les tranchées de la route au-dessus de la guérite de Tchontchakh) par un filon d'andésite quartzeux. Là aussi, les schistes sont plissés, mais avec plongement prédominant vers le nord. En plusieurs points sourdent des eaux thermales. Au cours supérieur de la Tchontchakhiss-tskhali, comme d'ailleurs à peu près partout dans la vallée, on rencontre des blocs erratiques. La rivière elle-même sort d'un petit glacier, le Tchontchakhiss, qui se termine près de la maison d'abri, construite à 2,600 m. sur l'ancienne moraine. Autrefois la

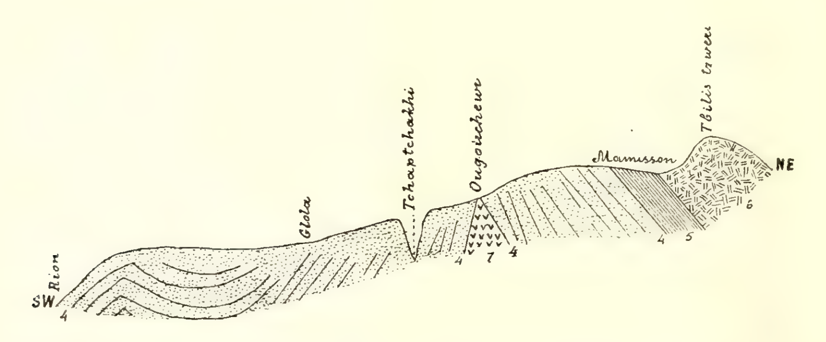


Fig. 8. — *4*. Schistes paléozoïques. *5*. Schistes cristallins. *6*. Granites, syénites, gneiss, granulites. *7*. Basaltes, andésites et andésite-trachyte.

glace arrivait jusqu'à l'asile même. Partout, même plus bas que la maison, on voit des cordons de pierres transportées et des blocs erratiques. La montagne d'où descend le glacier s'appelle Tbilisiss-tswéri; à la moitié environ de sa pente le glacier se termine en saillie dont la paroi verticale montre une glace bleue. Il n'y a qu'une trentaine ou une quarantaine d'années que la rupture du glacier s'est effectuée: de mémoire d'homme les glaces descendaient dans la gorge bien plus loin que l'asile. La chaussée franchit le faîte, à 9,390 pieds d'altitude, dans la région d'une forte dépression de sa partie ouest.

Au nord du Mamisson s'élèvent deux montagnes, le Tchantchakhi et le Boubi, la dernière avec un glacier. Parmi les glaciers difficilement accessibles, aux sources de la Rion (Eden), on connaît le Zopkhétoura, le Notsoroula, le Tchéchoura et le Bokoï-tskhali.

Au-delà du faîte se dressent l'Adoï-Kom et le Boubaïa-ossetin, chacun avec un glacier. Les montagnes Khalatsi, Tbilsi et Nalaouri au sud et au sud-est du Mamisson sont les lignes de partage des bassins de l'Ardon et de la Rion.

Les dépôts glaciaires sont surtout développés au cours supérieur de la Rion, dans les vallées des rivières Tchochoura et Khwaroula, sur les pentes des montagnes Notsara, Kirtichiss-tswéri et Akhal-mta. Guébi, le village le plus septentrional et le dernier dans la vallée de la Rion, est construit sur l'ancienne moraine.

XXVIII

EXCURSION ZUM ZEIGLETSCHER

VON

N. KARAKASCH und K. ROSSIKOW.

Geologische Skizze des Ardonthales

VON

N. Karakasch.

Wir beginnen bei unserer gedrängten Uebersicht des geologischen Baues des Ardonthales mit dem oberen Lauf, schreiten also vom Gebirge zur Ebene hinab.

Der Nordabhang des Kaukasischen Hauptkammes wird von verschiedenen krystallinischen Schiefern gebildet: von Talk-, Chloritund Glimmerschiefern, welche die Wände des Thales von der Quelle bis ungefähr zur Mündung des Ssramag in den Ardon darstellen. Darauf folgt eine schmale Zone paläozoischer Thonglimmerschiefer von grauer bis fast schwarzer Farbe, jenseit welcher Granite auftreten. Letztere bilden die malerische Kassarschlucht. Die Grenze ihrer Verbreitung ist annähernd der Fluss Zei, der aus dem Zeigletscher, dem Endziel der Excursion, entspringt. Zwischen dem Zei und dem Dorfe Nusal durchschneidet der Ardon auf seiner linken Seite eine Zone paläozoischer Schiefer, weiter aber bis zur Ssadonmündung und etwas unterhalb bis zum Dorfe Archon fliesst er zwischen Graniten, welche, von mächtigen, nach N einfallenden Schichten des unteren Jura überlagert werden. Diese bestehen aus dünnen Sandsteinschichten, welche mit thonhaltigen wechsellagernd, unbedeutende Kohlenflötze führen und schlecht erhaltene Pflanzenreste enthalten. Dieser Sandstein geht in festen Mergel, mit Thoneisensteinschlüssen über. Letztere sind reihweise angeordnet (so z. B. in der Nähe des Dorfes Chod) und bilden dann ganze Schichten. Diese mächtige Serie von Sandsteinen und Mer-

geln spielt eine bedeutende Rolle in der Orographie dieses Gebietes, allein das Alter derselben kann nicht mit absoluter Genauigkeit festgestellt werden, da das Liegende von Graniten gebildet wird. Immerhin weisen einige, von Abich und Favre gefundene Versteinerungen auf den mittleren und theils auch auf den oberen Lias (Toarsien) hin. So findet sich bei Favre ein Hinweis auf das vorkommen von *Harpoceras Thouarsense* (= *H. striatulum* Sow.) beim Dorfe Chod, während Uhlig aus der Abich'schen Sammlung einen *Harpoceras boscense* Regn. bestimmt hat, der aus denselben Ablagerungen vom Ardon stammt.

Die genannten Schichten werden von Mergelkalken überlagert, welche *Stephanoceras linguiferum* Opp., *St. rectelobatum* Han., *Phylloceras Zignodianum* Orb., *Parkinsonia Parkinsonii* Sow. enthalten und dem Bajocien und Bathonien entsprechen.

Reicher an Fossilien sind die mergeligen Kalkschichten des Kelloway, welche ihrem Habitus noch von den unterlagernden Horizonten des Bath nicht zu unterscheiden sind. Nach oben gehen sie in oolithischen Kalkstein über. Aus der, durch Abich von hier zusammengebrachten, grossen Sammlung sind von Uhlig folgende Arten bestimmt worden:

Phylloceras Kunthi Neum., *Ph. cf. disputabile* Zitt., *Ph. Puschi* Opp., *Ph. tortisulcatum* Orb., *Lytoceras Adeloides* Kud., *Harpoceras hecticum* Rein., *H. lunula* Ziet., *Haploceras psilodiscus* Schl., *Oppelia subcostaria* Opp., *Cadoceras sublaeve* Sow., *C. cf. surense* Nik., *Quenstedticeras Lamberti* Sow., *Macrocephalites macrocephalus* Schl., *M. tumidus* Rein., *Reineckia anceps* Rein., *Kepplerites Neumayri* Uhl, *Perisphhinctes funatus* Opp., *P. curvicosta* Opp., *P. cf. Orion* Opp.. *P. cf. scopinensis* Neum., *Hinnites velatus* Goldf., *Rhynchonella Dumortrieri* Szajn., *Rh. spathica* Lam,, *Rh. cf. concinna* Sow., *Rh. caucasica* Uhl., *Rh. alagirica* Uhl., *Terebratula cf. ventricola* Hartm., *T. subcanaliculata* Opp., *T. balinensis* Opp., *Waldheimia subimpressula* Uhl., *Antiptychina bivalvata* Desl.

Diese Fauna zeigt, dass diese Ablagerungen zum Kelloway, theils zum Oxford gehören.

Zwischen den Dörfern Biss und Chod ist von Abich *Rhynonella lacunosa Quenst.* gefunden worden, und zwar in einem Spongitenkalk, der demnach offenbar dem Kimmeridge entspricht. Wahrscheinlich zu demselben Horizonte gehören auch die, oft kieseligen, bisweilen auch breccienartigen Kalkschichten, in welchen Favre ausser *Cidaris coronata* Goldf. und *Cidaris florigemma* Münstr, auch viele Scyphien und Korallen gefunden hat. Ueber diesen Kalken liegen hellgraue dolomitische Tithonkalke, welche auf dem Berge Misur-dag eine Mächtigkeit von 300 Metern erreichen. Sie sind erfüllt von Nerineen, und zwar: *Nerinea pseudobruntrutana* Gemm., *N. Clio* Orb., *N. Defrancei* Orb., *N. depressa* Voltz. etc.

Zum Tithon gehören dagegen die Korallen-und Diceraskalke zwischen Chod und Alagir. Sie enthalten: *Heterodiceras Luci* Defr. und



sch cr = kristallinische Schiefer.	*ji* = unterer Jura.	cr_2 = mittlere Kreide.
gr = Granit.	j_3 = oberer Jura.	cr_3 = obere Kreide.
pa = paläozoische Schichten.	cr_1 = Neocom.	*te* = Tertiär.

Pecten arotoplicus Gemm. et di Bl. Dasselbe Alter haben die feinkörnigen Kalksteine von Tamisk (beim Dorfe Tamisk) mit *Lithophagus Beneckei* Böhm, *Placunopsis granifera* Böhm., *Natica cf. Volfinensis* de Lor., *Terebratula cf. moravica* Glock., *T. cf. subsella* Leim. etc.

Eine solche Zusammensetzung der Fauna erinnert lebhaft an die Stramberger Schichten d. h., sie weist auf das obere Tithon hin, aber es sind auch Formen darunter, die dem unteren Tithon angehören. Daher bleibt die Frage der Einordnung dieser Schichten in die entsprechende Unterabtheilung noch eine offene. Es ist aber zweifellos, dass wir es mit Tithonschichten zu thun haben, die den entsprechenden Horizonten des südlichsten Theiles der mediterranen Provinz am nächsten stehen.

Die nächstfolgenden höheren Ablagerungen gehören zum Kreidesystem. Dieses ist hier durch Kalke vertreten, welche 1½ Kilom. südlich von der Mündung des Tamiss in den Ardon in Form vorgelagerten Bergzacken zu Tage gehen. Es sind das Neokomkalke mit *Ostrea Couloni*, welche mit dünnen Mergelschichten wechsellagern, den Jurakalken sehr ähneln und von sandigen Glaukonitmergeln überlagert werden. Letztere enthalten: *Belemnites minimus* List., *Acanthoceras Milleti* d'Orb., *Phylloceras Velledae* Mich. und gehören somit dem Gault an.

Nach den Mergeln folgen weisse Mergelkalke, die oft blätterig sind und durch den Reichthum an *Inoceramus Cripsii* und *J. Cuvieri* ausgezeichnet sind. Diese Senonkalke bilden unbedeutende Hügel, die sich in süd-östlicher Richtung parallel den Jurakalken hinziehen. Das Ardonthal durchschneidet diese Kalke in einer Ausdehnung von zwei Kilometern.

Die nach N einfallenden Senonschichten untertäufen zwischen Berekssan und Alagir die Tertiärschichten.

Letztere werden von Sandsteinen und Conglomeraten gebildet, die wiederum von den Quartärablagerungen bedeckt werden und den Boden des ganzen Flachlandes bilden, durch welches der Ardon bis zu seinem Ausfluss in den Terek strömt, d. i., bei der Station Darg-Koch der Wladikawkas'schen Eisenbahn.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass das Flusssystem des Ardon durch die mächtigen Glacialablagerungen im ganzen Gebiete seines oberen Laufes charakterisirt wird, ebenso auf dem Kamme des Kalkgebirges und auf dem Nordabhange dieses Gebirges. Und zwar sind die erratischen Blöcke 25—30 Kilom. weit nach Norden auf der Ebene verstreut, dagegen fehlen sie auf dem Gebiete, das zwischen dem krystallinischen Gebirge und dem Kalkgebirge liegt, ebenso wie im Gebiete des unteren Ardonlaufes.

Abich nahm an, dass in der Glacialperiode das, zwischen dem krystallinischen Gebirge und dem Kalkgebirge gelegene, Längsthal noch nicht existirte und dass damals, als das Ardonquerthal noch nicht in das Gebirge hineingesägt war, die beiden Gebirge mit einander ver-

bunden waren. Dieses mächtige von Schnee und Eis bedeckte Massiv veranlasste die Bildung eines Gletschers, der vom Nordabhange des Kalkgebirges hinabglitt. Erst nach der Glacialzeit begann, nach Abichs Anschauung, die Bildung des heutigen tiefen Querthals.

E. Favre dagegen giebt, auf Grund seiner Untersuchung des oberen Theiles des Ardonthales die Berechtigung einer solchen Hypothese nicht zu

Die Glacialablagerungen, die im Thalboden des Zei und des Ssramag zu sehen sind, weisen seiner Ansicht nach, darauf hin, dass die Thäler heute, wie damals, fast dieselbe Configuration besassen; ferner sollen die glacialen Ablagerungen in Innern des Gebietes von Digori ebenfalls beweisen, dass das Kalkgebirge in der Glacialperiode von dem krystallinischen Gebirge getrennt war. Deshalb müsse man annehmen, dass ein grosser Gletscher den Nordabhang des centralen Kaukasus bedeckte, und am zweiten Gebirge d. i., an den Vorbergen, bis 2,900 Meter hinaufreichte. Dabei griff der Gletscher nur dort über die Grenzen des centralen Gebirges hinüber, wo entsprechende Einschnitte zum Abfluss vorhanden waren, so dass der Gletscher sich am Nordabhange ausbreiten konnte.

Der Zeigletscher.

von

Konst. Rossikow.

Unter den bedeutendsten Massiven des Kaukasus nimmt der 4646 Meter hohe Adai-choch eine hervorragende Stelle ein. Er ist von weiten Schneefeldern und vielen Gletschern bedeckt, die durch ihre schöne Lage und durch viele andere Eigenthümlichkeiten von den übrigen des Kaukasus ausgezeichnet sind, weshalb auch die Adai-chochgruppe schon recht lange als Zielpunkt sowohl russischer, als auch ausländischer gelehrter Reisenden und Touristen gedient hat (Freshfield [1]), Déchy [2]), Sella [3]), Abich [4]), Dinnik [5]) u. a.

Der erste Rang unter den Gletschern der Adai-chochgruppe gebührt dem Karagomgletscher, der eine Länge von 15,5 Kilom. besitzt. Die zweite Stelle nimmt der Zeigletscher ein, dessen Länge nur 9,6 Kilom. beträgt. Obgleich der Zeigletscher in seiner Ausdehnung dem

---

[1]) D. W. Freshfield. The exploration of the Caucasus 1876.

[2]) Moriz von Déchy. Das Massiv des Adai-choch im centralen Kaukasus. Petermanns Mittheilungen. 1889, Heft IX.

[3]) V. Sella. Nel Caucaso Centrale. Bulletino del Club Alpino Italiano. 1890, t. LVII.

[4]) H. Abich. Aus Kaukasischen Ländern. Reisebriefe von H. Abich, Wien, 1895.

[5]) N. Dinnik. Reise im Ossetischen Berglande und zu den Quellen des Rion. Sapiski d. Kauk. Sect. der K. Russ. Geog. Gesel. B. XIII. 1894 (russ.).

Karagomgletscher nach steht, hält er in Bezug auf die Schönheit seiner Lage den Vergleich mit jenem völlig aus. Allein noch wichtiger ist es, dass der Zeigletscher, bei dem heutigen Zustande der Verkehrsverhältnisse auf dem nördlichen Kaukasus, viel leichter zugänglich ist, als der Karagomgletscher.

Der kürzeste Weg zum Zeigletscher beginnt bei der Station Darg-koch der Wladikawkas-Rostower Eisenbahn, und führt durch den Flecken Alagir und durch St. Nikolaus zum Aul Zei. Dieser Weg ist 81 Werst lang; davon sind 28 Werst, zwischen der Station Darg-koch und Alagir, nichtchaussirter Weg; 35 Werst, zwischen Alagir und St. Nikolaus gehören der sogenannten Ossetischen Militärstrasse an; die letzten 18 Werst aber führen einen bergigem Reitpfad hinan. Der Weg durchschneidet von N nach S zuerst den westlichen Theil der Ebene von Wladikawkas, dann die Vorberge des Kaukasus und den nördlichen, zum Gebiet des Ardon gehörigen Theil des Berglandes. Dieses liegt zwischen zwei Gebirgsketten: den „Felsenbergen“ oder „Buntenbergen“ bis zum Berge Kriu-choch einerseits und den „Schwarzenbergen“ und dem Berge Karz bis zum Kauat andererseits.

Die Station Darg-koch liegt in der Nordwestecke der Ebene von Wladikawkas, auf einer Terrasse des Berges Seko, auf dem südwestlichen Ende des Karadach-Gebirges, welches die Ebene im Norden von Wladikawkas umschliesst. Darg-koch liegt genau auf der Stelle, wo in einem ziemlich malerischen kurzen Thale die sämmtlichen Gewässer zusammenfliessen, denen die Ebene von Wladikawkas ihre Bewässerung verdankt. Dieses Thal verbindet heute die Ebene von Wladikawkas mit der Ebene der Kleinen-Kabarda und bildet den natürlichen Zusammenfluss jenes weiten Seebeckens, welches die heutige Wladikawkas'sche Ebene in der vergangenen Epoche darstellte. Die steilen Seitenwände des Thales werden von 20—30′ hohen Durchschnitten in den Diluvialablagerungen gebildet. Die Wände sind von Gesträuchern bewachsen, welche auch den Boden des heutigen Laufes des Terek bedecken. Der Weg von der Station Darg-koch geht zuerst $1^1/_2$—2 Kilometer längs dem rechten Ufer des Terek, erreicht die Ueberfahrtstelle (auf einem Prahm) auf der Stelle zwischen den beiden Mündungen der Hauptzuflüsse des Terek, des Urus-don und Ardon. Eine Strecke führt der Weg dem Inundationsgebiete des Terek entlang. Dann verlässt der Weg den Flusslauf und schlängelt sich durch die unabsehbaren Maisfelder der Ebene von Wladikawkas. Von hier ab bis Alagir entwickelt sich folgendes entzückende Landschaftsbild. Im Osten wird die flache, wenig hügelige Ebene von den vielen Seitenarmen des unteren Laufes des Ardon begrenzt, dem Hauptzufluss des Terek, und links vom Flusse Belaja (der Weisse) mit dem Durdur. Der Fluss Belaja entspringt aus den Vorbergen des Kaukasus und trägt seinen Namen deshalb, weil sein ganzes Bett aus weissen Geröllen der Kreidekalksteine besteht. Südlich erheben sich zwei, an einigen Stellen drei Stufen von verschiedener Höhe: die Vorberge des Kaukasus, die unter dichtem Waldwuchse bedeckt sind, und jenseit jener erheben sich die

in dichte Schneemäntel gehüllten Riesen der Kaukasischen Alpen, vom Dych-tau bis zum Kasbek. Zwischen ihnen liegt das tiefe geschlängelte Querthal des Ardon, das auch unter dem Namen Alagir- oder Waladjirthal bekannt ist. Die nächsten Schneeköpfe rechts vom Ardonthal gehören der Gruppe des Adai-choch-burdjal (Karagom) an und links davon sind es die Bergriesen Zmia-kom-choch, Tepli und Archon.

Der ganze westliche Theil der Ebene von Wladikawkas, sowie der östliche vom Fusse der Karadachberge bis zu den Kaukasischen Vorbergen, wird nur von tertiären Ablagerungen gebildet, welche von mächtigen quartären Sedimenten bedeckt sind. Auf dem hellgrünen Fond der Ebene lagert fast immer in Sommertagen ein zarter blauer Hauch. In der Ferne heben sich durch diesen blauen Dunst hindurch die Silhouetten der einzeln auf der Ebene verstreuten Dörfer ab, der Kosakenstanizen und ossetischen Aule und Dörfer: rechts von dem Wege die Staniza Nikolaewskaja, links die Staniza Ardonskaja mit dem ossetischen Dorfe Ardon; südlicher das Dorf Christianskoje und Naukau, weiter endlich am Fusse der waldigen Vorberge entdeckt man den Flecken Alagir mit dem Aul Ssalugardon.

Alagir, auf dem linken Ufer des Ardon, liegt, am Eingange des Alagirthales, 640 meter hoch. Es ist ein Flecken (oder kleines Städtchen), das seine eigenen Verwaltungs- und Gerichtsbehörden hat. Ein Kilometer südlich von dem Orte liegt ein Hüttenwerk, in dem Silber und Blei gewonnen wird und zwar in den letzten 10 Jahren durchschnittlich bis 30 Pud Silber und gegen 910 Pud Blei jährlich, in einem Gesammtwerth von nicht über 50,000 Rubeln [1]).

In Alagir beginnt die Ossetische Militärstrasse, die von hier, also aus dem Terekgebiet bis zur Stadt Oni, in das Gouvernement Kutais, führt. Da diese Strasse die Station Darg-koch der Rost.-Wlad. Eisenb. mit der Station Kutais der Transkaukasischen Bahn verbindet, dient sie nicht nur als die, nächst der Grusinischen Militärstrasse, wichtigste strategische Strasse, sondern auch als wichtigste Verkehrsader zwischen den genannten Gebieten.

Die Ossetische Militärstrasse ist ebenso wie die Grusinische am Nordabhange des Kaukasus, und zwar im Querthal des Ardon und seines Nebenflusses Mamisson-don angelegt, bis zum Mamisson-pass parallel dem Terekthale; am Südabhange ist sie im Thale des Tschantschachi, einem Nebenflusse des Rion gebaut.

Der Ardon [2]) entsteht aus der Vereinigung zweier Quellflüsse, des Mamisson-don und Nar-don, ersterer entspringt aus dem Tshantschachigletscher in nächster Nähe des Mamisson-passes (Tschantschachi) in 2829 Meter Höhe. Der Nar-don entspringt zwischen den Bergen Kadlassan

---

[1]) Von Jahr zu Jahr wird der Ertrag geringer, aber nicht in Folge von Verarmung der Ssadonschen Grube an Metallgehalt, sondern in Folge falscher Ausbeutung; so war zu Anfang der 80-er Jahre der Gesammtwerth des gewonnenen Metalles noch 190 000 Rubel!

[2]) Argon bedeutet auf ossetisch — der schäumende, tosende oder tolle Bach.

und Silga-choch. Diese beiden Hauptquellflüsse umfassen den mittleren Theil der kaukasischen Wasserscheide, zwischen den Bergen Tschantschachi und Silga-choch. In seinen mittleren Lauf (d. i. von der Vereinigung seiner Quellflüsse bis Alagir) nimmt der Ardon eine Reihe von Gebirgsbächen auf: linkerseits den Zei-don und Nichass, rechterseits—den Bat, Archon, Unal u. a. Dem Gebiete des mittleren Ardon gehören somit folgende Theile des Nordabhanges des Kaukasus an: der Theil seiner Abzweigung zwischen dem Adai-choch (4646 M.) und Zei-choch (4352 M.), ferner der Kelber, Zmia-kom-choch (4128 M.), Tepli (5423 M.), dann die Theile der „Bunten-“ oder „Felsenberge“ zwischen dem Kriu-choch (3402 M.) und dem Chod-wzek (2524 M.), endlich die Theile zweier Ketten der „Schwarzen Berge“, zwischen den Gipfeln des Karz (1525 M.), Sgaryschk (760 M.) und Kauat.

Der mittlere Ardon liegt in einem gekrümmten Querthal, welches entspreckend dem geologischen Baue des nördlichen Kaukasusgebirges an bestimmten Stellen in ein breiteres Thal oder Becken übergeht, oder aber auch sich zur Schlucht und Klamm verengt.

Das Querthal des Ardon beginnt in seinem südlicheren, dem Hochgebirge angehörigen Theile mit dem Querthal des Mamisson-don. Letzteres bildete in einer nicht zu fern gelegenen geologischen Periode den Boden eines Seebeckens; dafür sprechen unter anderen die vorhandenen Terrassen. Unterhalb bis St. Nikolaus bildet das Ardonthal die ihrer Schönheit wegen bekannte, 15 Werst lange, Kassarschlucht, welche an einigen Stellen eine richtige Klamm darstellt. Diese öffnet sich bei St. Nikolaus und geht in ein Thal oder richtiger Becken über, das den selben Namen trägt. Nördlicher von der Mündung des Ssadon-don verengt sich das Thal von neuem zu einer Schlucht, in welcher sich die „Bat'sche“ Pforte befindet. Jenseit derselben, zwischen den Flüssen Archon und Unal wird die Schlucht wieder zum breiten Thal. Von hier ab beginnt der nördliche Theil der Ardonschlucht, welcher den Vorbergen angehört. Auf dieser Strecke wird das Thal jenseit des Unalflusses wieder eng, um endlich diesseits der Mündung des Nichass sich zu einem kurzen Becken zu erweitern. Dieses verengt sich wieder zu einem Thal und mit letzterem endet das Querthal des Ardon.

Das eben beschriebene Relief des Ardonquerthales entspricht vollständig den Gesteinen, welche diesen Theil des nördlichen Kaukasus aufbauen. Die Querthäler des Mamisson-don und Nar-don, die sich südlich von der Granitaxe des Kaukasus befinden, durchschneiden nämlich die paläozoischen Schichtenreihen, während der obere Theil der Kassarschlucht mit Inbegriff der Querthäler des Ssramag und Zmia-kom-don innerhalb der krystallinischen Schiefer und Gneisse liegen; der untere Theil aber durchsetzt die grauen Granitmassen des Kaukasus. Das Becken von St. Nikolaus liegt wieder in paläozoischen Schiefern. Letztere machen wiederum Graniten und krystallinischen Schiefern Platz, welche in den oberen Terrassen der Allardy-rjätchberge ausgehen, wo sie das Querthal des Ardon linkerseits einfassen. Nörd-

lich von der Bat'schen Pforte, in den Vorbergen bis zur Nichassmündung, durchschneidet das Ardonquerthal jurassische Ablagerungen: diese werden von verschiedenen sandig-thonigen Gesteinen gebildet, welche feste Kalksteine des oberen Jura unterlagern. Von der Mündung des Nichass ab werden die oberjurassischen Kalksteine durch mergelige Kalke der oberen Kreide verdrängt, welche von mergeligen Sandsteinen unterlagert werden.

Das Querthal des Ardon öffnet sich in ein breites, 5,6 Kilom. langes Thal, an dessen Nordende zwei den „Schwarzen Bergen" angehörende Gipfel—der Sgaryschk und der Kauat—postirt sind, während im Süden zwei Spitzen der zweiten Kette der „Schwarzen Berge" — der Karz und Tamisk stehen. Im Westen und Osten endlich ragen die Abhänge der Querketten empor, welche die Höhen des Kauat mit dem Sgaryschk und den Tamisk mit dem Kauat verbinden. Die grössten Höhen im Süden des Karz übersteigen nicht 1525 Meter, aber im Norden nicht 760 Meter.

Die beiden Ketten der „Schwarzen Berge" sind nichts anders als zwei vorgelagerte Falten der jüngsten Sedimente, welche die Vorberge des Kaukasus aufbauen. In den Profilen des Kauat sind ober-cretacische Mergelkalke entblösst. Südlicher in den westlichen und östlichen Abhängen finden sich Entblössungen von mergeligen Sandsteinen mit Bänken von eisenhaltigen Kalksteinen, welche die Felsen des Karz und Tamisk bilden.

Diese Felsen sind von tiefen Erosionsschluchten („Balken") durchschnitten, durch welche dem Ardon Gebirgsbäche zufliessen. Der erste linksseitige Zufluss des Ardon ist der Nichass, der aus den „Felsenbergen", am Chosseg entspringt.

Bei der Mündung des Nichass ist das Ardonquerthal schon 727 Meter über dem Meere. Von hierab verengt sich das Thal zu einer malerischen Schlucht. Zwischen den dichten Buchenstämmen, sieht man hie und da die nakten Felsen, welche aus festem eisenhaltigem Kalkstein bestehen, der mit den Mergeln wechsellagert und dem Neocom angehört; unten hört man den Ardon rauschen und sieht seine Wellen zwischen bewaldeten Ufern dahin stürzen.

Hier münden in den Ardon linkerseits einige warme Schwefelquellen. Eine dieser Quellen kommt aus einer hart am Wege gelegenen kleinen Kalksteinhöhle: die Tiefe des Wassers in der Grotte ist nicht mehr als 7 Meter; die Temperatur 10° C.

Südlicher wird das Querthal wieder breiter. Diesen südlichen Theil der Vorberge beherrschen folgende Höhen: rechts die hohen, grau gefärbten, steilen Felsen des Kriu-choch oder Kario-choch (3402,5 Meter), links die Wände des Chossek oder Kossek (3085 Meter). Dieser Theil des Ardonquerthals gehört ausnahmslos harten und festen dolomitischen Kalksteinen des Jurasystems an, welche von verschiedenster Farbe sind,—hellgrau, dunkelgrau bis schwarz.

Dort wo das Thal von dem Kriu-choch und Chosseg von neuem eingeengt wird, hängt hoch über dem Wege auf einem Felsen, wie ein

Adlernest, der Aul Bis. Hier ist die Grenze zwischen den Vorbergen und dem Hochgebirge; sie ist durch die Steilwand des Südabhanges „der Felsenberge“ bezeichnet, welche nur aus Juraschichten gebildet ist. Wir betreten hier den unteren oder nördlichen Theil des Hochgebirgsthales, welcher in den Vorbergen, den sogenannten „Seiten-Kette“ (Bokowoi) des eigentlichen Kaukasus liegt. Die bisherige grüne Waldlandschaft wird nun durch nakte, dunkelgraue Felsenwände ersetzt, durch die Schiefer, Sandsteine und sandigen Schiefer des unteren Jura. Es beginnt das Reich der asiatischen Sträucher. Auf den nakten Felsvorsprüngen liegen Aule und Gehöfte des Waladjirschen (oder Aladjirschen) Stammes; rechts: Unal (Ober-, Mittel- u. Unter-) nicht weit davon das Schloss der Fürsten Eristow-Ssidamonows; jenseits Unal—die Aule Urss-don, Donisser und Dagom mit einer Sprengelkirche, Cholst u. a. m.; links die Aule Kussurt, Ssachakat u. s. w. In der Nähe des Aul Cholst finden sich Blei- und Silbergruben, in welchen von den alten Griechen mit Erfolg Silber gewonnen wurde. Bei Unal ist eine Brücke (1004 Meter üb. d. Meere) über den Ardon geschlagen und von hier zweigt sich ein Reitweg von der Ossetischen Militärstrasse ab zum benachbarten Kurtatinquerthal. In der Tiefe des Thales liegt hier der originelle ossetische Handelspunkt — Gulak. Von Alagir bis hierher sind 24 Werst.

Oberhalb Gulak wird das Thal beständig enger, die Felsen werden steiler; in den Entblössungen gehen jurassische Thonschiefer zu Tage. Rechts stehen die Aule sehr dicht, von denen Archon und Dei zu sehen sind; links sieht man (Ober-, Mittel- und Unter-) Misur. Endlich treten wir durch die „Bat'sche Pforte“, die der Sage nach von Genuesen angelegt sein soll; sie verschloss den Zugang in das Ardonthal von Norden. Die Strasse ist hier in den Felsen ausgehauen.

Weiter nach Süden erscheinen zuerst die grauen kaukasischen Granite.

Das Querthal des Ssadon-don ist sehr tief und finster, eingeschlossen zwischen vertikalen Granitfelsen; links gehören sie den Bergen Allardy-rjätsch und Chod an, und rechts den Nordostabhängen des Zachziri-choch und Ssadon-wzek. Letztere gehören zur Kette des Zei-choch.

Eine gute Strasse führt von der Brücke (900 Meter) 368 Meter hinauf zum Bergwerk von Ssadon (1268 Meter). Die Gruben und Schächte liegen am Fusse der Abhänge der beiden Berge, des Allardy-rjätsch und Chod, am Flusse Chod, oberhalb der kleinen Festung in der Nordost-Ecke des Beckens. Das Erz kommt hier in Gängen vor, die von N nach S streichen. Die Erze sind: silberhaltiger Bleiglanz, Zinkblende, Eisen- und Kupferkies, Galmei u. a. Sie finden sich in Quarz oder in Thonschiefern. Die Mächtigkeit der Ader schwankt zwischen 0—13 Metern. Am unerschöpflichsten scheint der Reichthum an Zinkblende.

Von der genannten Brücke über den Ssadon-don bis St. Nikolaus sind nicht mehr als 5 Kilom. Auf dieser Strecke sind die Wände des Thales bis zum Aul Nusal aus paläozoischen Schiefern gebildet.

Gegenüber Nusal, am anderen Ufer, ragen auf hohen Felsklippen die Thürme einer alten Festungsruine empor. Der Ardon fliesst hier in engem felsigem Bett, über welches eine hängende Brücke zur Festung führte.

Jenseit des Aul Nusal führt eine hohe Brücke, über welche die Ossetische Militärstrasse von der linken auf die rechte Seite des Thales hinüber geht. Von hier bis St. Nikolaus sind nur 4 Kilom. Die Steigung ist hier 42 Meter auf 1 Kilometer.

Mit dem Namen Urotschischtsche (Platz) St. Nikolaus [1]) bezeichnet man eine ebene Terrasse auf dem Boden eines mittelgrossen Kessels, der im Süden von der Kassarschlucht, im N von der Nusalschlucht begrenzt wird. Der Kessel ist von hohen und steilen Felswänden eingeschlossen, im Osten nämlich von den Ausläufern des Zmia-choch, und im Westen von den Vorbergen Kelber [2]) und Zachuzpri-choch.

Der Kelber bietet von hier aus ein wunderschönes Bild. Sein Gipfel besteht aus drei Felszacken, von welchen der nach St. Nikolaus gekehrte, von einer bedeutenden Schnee- und Firnmasse bedeckt ist: von letzterer geht ein Hängegletscher aus, der die Spitze des Berges mit einer Eiskappe krönt.

Die Länge der Terrasse ist 1¼ Kilom., die Breite nicht über ¾ Kilom., die Höhe über dem Meere 1139 Meter. Der Ardon umspült nach seinem Austritt aus der Kassarschlucht mit seinem hier nicht breiten Gewässer die Terrasse linkerseits. Die Terrasse besteht aus zwei Stufen, die durch einen Abfall von 5½ Meter Höhe getrennt sind. Beide Theile sind Flussterrassen: ihre Oberflächen sind mit mächtigen Felstrümmern bedeckt, besonders die obere. Auf der Mitte der oberen Terrasse liegt das hübsche Haus der Ingenieure des Wegebauministeriums. Die rechten Thalwände des schönen Kessels bestehen aus Protogin, der grosse Feldspathkrystalle enthält; die linken Thalwände, dicht am Ingenieurhause, aus Glimmerschiefer, welchem Chlorit und Hornblende in den oberen Horizonten beigemengt sind und so allmählich in Hornblendeschiefer übergeht; die Ufer des Ardonbettes selbst bestehen aus Thonschiefer.

Im Süd-Westen mündet in diesen Kessel das Thal des Zei-don oder Zei, im Süden die Kassarschlucht mit seinen beiden Alpenthälern des Nardon und des Mamisson-don. Die Kassarschlucht ist ausschliesslich durch die erodirende Kraft des Ardon entstanden, welcher in einer Ausdehnung von 15 Werst den Granitkern des Kaukasus mit den anlagernden krystallinischen Schiefer- und Gneissmassen im Gebiete des Kelber und Zmia-choch durchsägt hat,

Das Thal des, nicht weniger als der Ardon tosenden, Zei-don ist circa 15—16 Werst lang.

Das Thal liegt versteckt zwischen den kurzen Falten zweier hoher Kämme, welche östlich von der Berggruppe des Adai-choch und Sson-

[1]) Auf den Karten ist die „Kapelle“ St. Nikolaus angegeben.
[2]) Auf den Karten heisst er „Kaltwer“.

guti-choch liegen; diese tragen den Namen Kelber- und Zei-chochberge, nach den Hauptgipfeln dieser Kämme. Beide zeichnen sich durch ihren zackigen Kamm aus, besonders im westlichen Theil, dort wo die Gletscher liegen. Die Abhänge sind von Erosionsfurchen durchzogen, die in zwei Terrassen in den Fluss münden, von welchen die obere, recht steile von Felstrümmern überschüttet ist. Die Gehänge des Thales bestehen ausschliesslich aus krystallinischen Gesteinen: Graniten, Syeniten, Quarzporphyren, Dioriten und Diabasen; unterhalb, besonders im mittleren Theile dieses Thales, finden sich Schiefer und zwar vorherrschend Thon, Glimmer, und Chloritschiefer. Die obere Stufe der beiden Abhänge, trägt den Charakter einer typischen Alpenlandschaft, die untere den sub-alpinen und Waldcharakter. Die alpine Zone zerfällt in weitere zwei: in die Schneeregion und eigentliche Alpenregion. Entsprechend der Steilheit der Wände, der schmalen Kämme und der Durchschnittshöhe derselben gehört der ganze westliche Theil des Thales und speciell der Kamm des rechten Kelberabhanges der Schneeregion an; dagegen gehört der östliche Theil der alpinen Zone an, welche grösstentheils aus nackten Felsen besteht. Zwischen diesen liegen Alpenwiesen verstreut; auf ihnen finden sich die charakteristischen, kriechenden kaukasischen Rhododendren.

Etwas schärfer ist die subalpine Region ausgeprägt. Sie nimmt den oberen Theil der unteren Stufe ein, welche auf ihrer rechten Seite von Felstrümmern eingenommen ist. Unterhalb dieser subalpinen Mattenregion beginnt die Zone der subalpinen Sträucher, während der übrige Theil, sowie das Bett des Zei-don selbst mit dichtem Laubwalde bedeckt ist.

Der Zei-don fliesst von seinen Quellen an zuerst von SO nach NW; gegenüber dem Aul Unter-Zei verändert er seine Richtung in eine südöstliche, die er bis zur Vereinigung mit dem Ardonthal beibehält. Der südöstliche Theil des Thales besteht aus zwei scharf geschiedenen Theilen — der obere ist die typische wilde Schlucht eines heutigen Gletschers, — begraben unter Schnee-, Firn- und Eismassen, und der untere — ist der anmuthige, schöne, von Wald bestandene, der nur in den höhern Partien von Schnee und Eis bedeckt ist. Der südöstliche Theil des Thales ist auch mit Wald bestanden; oberhalb desselben, diesseit der Schneeregion, breiten sich die subalpinen Matten aus.

Die Mündung des Zei-don liegt 1195 Meter, die unter dem Zeigletscher hervorspringende Quellen aber 2060 Meter hoch. Auf diese Weise hat der Zei-don auf einer Strecke von 18 Kilom. ein Gefälle von 865 Metern oder 56,7 M. auf 1 Kilom. Bei einer solchen Steilheit der Neigung, besonders im südöstlichen Theile des Thales, kocht buchstäblich der Fluss zwischen seinen riesigen Geröllblöcken, welche das enge Thalbett verstopfen. Nur ein einziger Aul befindet sich im Laufe des ganzen Zei-don, der Aul Zei, der aus zwei Gehöften—Unter- und Oher-Zei besteht.

Der Weg von St. Nikolaus zum Zeigletscher erhebt sich, nach dem er über eine hölzerne Brücke über den Ardon zum linken Ufer



Skas- (Rekom) gletscher.

hinübergegangen, den waldigen Abhang des linken Zei-donufer hinan, um die Mündung des letzteren herum, dann in das Zei-donthal selbst hinein und überquert auf einer Brüche den Zei-don. Hier stürzt der Zei-don brausend von Felsblock zu Felsblock. Die Farbe des Zei-don ist ³/₄ des Jahres durchsichtig blau-grün, ¹/₄ des Jahres aber milchweiss (Gletschermilch).

Auf der 5 Werst von St. Nikolaus wird das Thal von dem Felsen des Berges Ssadon-wzeg eingeengt. Von hier geht der Weg in Zik-Zaklinien den steilen Aufstieg hinan zum Aul Unter-Zei (1750 M.).

Von hier eröffnet sich ein herrliches Panorama auf den südwestlichen Theil des Zei-donthales, in dessen Tiefe, aus dichtem Waldesgrün sich der von Felsen umrahmte untere Theil des Zeigletschers abhebt, über welchem der Adai-choch gerade emporragt.

Vom Aul Ober-Zei senkt sich die Strasse zuerst hinab in eine Seitenschlucht, und dann auf den Boden des südwestlichen Theiles des Zei-donthales (1526 Meter), um einen Felsvorsprung herum, auf dessen Höhe die Kapelle des Heiligen Waschkerga liegt.

Das Thal zeigt alle Anzeichen einer Vergletscherung. Das ganze Thal ist von einer alten Grundmoräne bedeckt, durch welche der Zei-don sich sein Bett durchgräbt. Die Moräne zeigt alle charakterischen Eigenthümlichkeiten: unregelmässige Erhebungen, zwischen welchen Vertiefungen und kleine Becken zerstreut liegen, Massen von Blöcken verschiedenster Grösse etc. etc.

Die Moräne ist auch von einer Menge kleiner Bäche durchschnitten. Hier findet sich eine der altossetischen Heiligenstätten, zu Ehren des St. Georgius, die Stätte Rekom. Hier von dem Platz, wo der hölzerne Tempel steht, eröffnet sich nach Süden die schönste Aussicht: im Vordergrunde hebt sich zwichen dem Dunkel des Fichtenwaldes die originelle Form der kolorsalen Felsen „Ssaufi-dar", einige hundert Fuss über dem Niveau des Flusses: links liegt das kurzen aber breite, in seinem unteren Theile bewaldete Thal, dahinter die majestätische Eiscascade des Skasgletschers, über welchem weite Schneefelder glitzern. Dieser Gletscher ist von Dechy unter den Namen Rekomgletscher beschrieben [1]). Von der Mündung desselben sieht man die mächtigste Endmoräne.

Jenseit Rekom schlängelt sich die Strasse zunächst längs dem Karnies der Steilwand hoch über dem Zei-don; sie führt aber bald auf einen malerischen Rain „Uazilla-i-fash", der von stämmigen Fichten umstanden ist. Von hier hat man einen prachtvolle Ueberblick auf den schneebedeckten Kamm und Gipfel des Adai-choch. Es bleibt jetzt noch bis zum Zeigletscher ein, 2¹/₂ Werst langer, Fusspfad durch dichten Wald, den Bächen entlang, welche hier in vielen Verzweigungen die Moräne berieseln, später aber unter den Felstrümmern sich verlieren. Auf einmal hört der Wald ganz auf und vor uns thut sich das

---

[1]) Dechy kannte offenbar nicht den Namen Skasgletscher und gab ihm selbst den Namen Rekomgletscher.

breite, von steilen Gehängen eingeschlossene Thal des heutigen Gletschers auf. Der Zeigletscher stürzt in vielen Cascaden aus der Tiefe der Felsschlucht, hinab in den breiten Theil des Thales, in welchem er als magestätischer Strom weiter fliesst. Er endet in einer Höhe von 2060 Metern mit mächtiger Gletscherstirn, die sich in einzelne grosse Partien zertheilt. Näher zur rechten Seite findet sich eine schöne Eisgrotte oder das Gletscherthor, mit geschwungenen Bögen aus durchsichtigem blaugrünem Gletschereis, aus welchem der schäumende Zeidon heraussprudelt. Vor 10 Jahren war die Gletscherstirn noch viel grossartiger als jetzt.

Die Gletscherstirn wird links und rechts von hohen Ufermoränen eingerahmt, von welchen die rechte besonders schön ist. Sie ragt als steile Wand 20—25 Meter hoch über die Gletscherzunge empor. Rechts am Vorderrande der Gletscherstirn, dort wo die Wogen des Zei-don dahinschiessen, lagern auf der breiten Sohle des Gletscherthals die heutigen Moränenablagerungen, unter welchen die einzelnen Wälle der jüngsten Endmoräne sich abheben. Hier ist der Ort, wo der Gletscher das von ihm mitgeführte Material abladet; dem entsprechend ist dieser Theil des Gletscherthales von Terrassen älterer Moränen eingefasst, die sich unmittelbar an die Felsränder des Thales anlehnen. Besondere Aufmerksamkeit verdienen die hohen Granitwände der linken Thalwand, mit ihrer vollkommen polirten und geschrammten Oberfläche. Am Fusse dieser Wand lehnen eine Reihe, leicht aus Kieferästen hergestellter, Hütten, welche einen, allerdings wenig einladenden, Kurort der Osseten vorstellen. Hier versammeln sich nämlich im Juni und Juli aus ganz Ossetien die Heilungsbedürftigen, deren Zahl in einer Saison bis auf 150—180 Familien steigt.

Der Zeigletscher ist ein Gletscher erster Ordnung und setzt sich aus zwei Hauptgletscherarmen und mehreren secundären Armen zusammen. Sein Gesammtnährgebiet liegt auf dem Ostabhange der Adaichochgruppe und der Gipfel, die letztere umgeben — Tbiliss, Tschantschachi u. a. m.

In orographischer Beziehung kann man im heutigen Gletscherbett zwei Terrassen deutlich unterscheiden—eine obere und eine mittlere. Die obere Terrasse liegt auf dem Südostabhange des Adaichoch, auf dem Ostabhange des Tbiliss und auf dem Ostabhange des Tschantschachi. Sie nimmt auf diese Weise die westlichste Ecke der Zei-donschlucht ein. Der niedrigste Punkt dieser Terrasse liegt 3,000 Meter über dem Meere. Sie wird von drei Seiten von hohen Felsen umschlossen und besitzt, bei einer Länge und Breite von 3 Kilom., die Form eines halben Kessels, der vor den Felsbarrièren des Nordostabhanges des Tschantschachi in zwei Theile getheilt wird — in einen grösseren, nördlichen und einen kleineren, südlichen. Die Sohle dieses Kessels ist vollkommen von Eis-, Firn- und Schneefeldern ausgefüllt, die hauptsächlich von den Höhen des Adai-choch herabkommen. Der Boden des Kessels ist verhältnissmässig steil und fällt zur mittleren Terrasse mit einer 40—50 Met. hohen Stufe ab. Die Felsen, die den



Gletscherthor des Zei-gletschers.



Zei-gletscher. (Eisstrom der mittleren Terrasse).

Kessel umgeben, bestehen ausschliesslich aus fast nakten, nur mit Flechten bewachsenen grauen Graniten. Diese obere Terrasse trägt das ganze Schneegebiet des eigentlichen Zeigletschers und seines rechten Armes und den höchsten Theil des Gletscherstromes. Die mittlere Terrasse des Gletscherbettes erstrekt sich von der oberen nach Nord-West bis zum Ende der, mit dichtem Walde bedeckten, Stirnmoräne: sie ist im Norden von Steilen Felswänden des Adai-choch und im Süden von den Felsen des Kelber eingeschlossen.

Der Theil dieser Terrasse, der sich unmittelbar an die oberen rechten und linken Thalwände des Gletscherbettes anschliesst, besteht aus grauem kaukasischem Granit, während unterhalb paläozoische Thonschiefer anstehen. Das Querthal ist hier nicht so finster und wild, wie der vorige Theil; mit Ausnahme der nakten, glattpolirten Felsen sind die sanften geneigten Gehänge überall mit grünen Alpenkräutern bewachsen, und am Fusse der Felsen findet sich dichtes Rhododendrongestrüpp und sogar vereinzelte Fichten etc.

Die mittlere Terrasse besteht in ihrem oberen Theile aus zwei hohen Stufen, an welche sich der übrige fast ebene, schwach nach Ost abfallende Theil der Terrasse anschliesst. Die Länge der mittleren Terrasse übersteigt nicht 5,5 Kilom., bei einer Breite von 4—5 Kilom. Nur die obere Stufe der Terrasse ist etwas breiter etwa 1 Kilom. Die Seitenwände der mittleren Terrasse sind von kurzen Querschluchten zerrissen, die von obenher von Schnee oder Eis oder secundären Gletscherarmen ausgefüllt sind. Die ganze mittlere Terrasse ist vom unteren, grösseren Theile des Eisstromes und seiner Mündung ausgefüllt.

Der Zeigletscher fällt entsprechend dem beschriebenen Relief seines Bettes in drei Eiscascaden hinab, die auf dem Abhange der oberen und mittleren Terrasse liegen. Der Eisstrom der oberen Terrasse liegt unter einer mächtigen Schnee- und Firndecke begraben, welche stellenweise ganze Hügel bilden. Diese Schneeanhäufungen entstehen durch die beständigen Lavinenstürze, die von dem Adai-choch hinabkommen. Nur kurz vor dem oberen Eisfall ist das Gletschereis frei von jener Decke, und zeigt die frischen Spalten, die übrigens von herabgestürztem Schnee ausgefüllt sind. Diese Schneemassen umhüllen auch den Eisfall selbst und geben ihm ein eigenartig schönes Gepräge, indem das Weiss um so schärfer vom Dunkel der Felswände sich abhebt.

Am Fuss des oberen Eisfalles, d. h. am Anfang der mittleren Terasse nimmt der Haupteisstrom von rechts den grössten Seitenarm auf, welcher ebenso, aber mit einem kleineren Falle, hinabstürzt. Nach dem Vereinigungspunkt der Eisströme ist er etwa $^1/_4$ Kilom. hindurch mehr oder weniger steil und daher zerrissen von vielen schönen Spalten, besonders am Fusse des mittleren der vorspringenden Felsen, welcher die obere Terrasse in zwei Hälften theilt. Auf der Oberfläche sieht man unter dem tiefen Schnee einige Felsstücke hervorragen, welche die Richtung der Mittelmoraine, der Vereinigung

der beiden Eisströme, angiebt. Unterhalb folgen hintereinander in einer Entfernung von 1/2 Kilom. zwei grossartige Eisfälle der mittleren Terrasse, von welchen der untere höher und grossartiger ist als der obere. Beide Eisfälle zeigen grotesk geformte Eiszacken- und Klippen, der untere aber ist mit Staub und Moränenschutt zum Theil bedeckt. Die Höhe des unteren Falles habe ich auf 300 Meter bestimmt. Beide Eisfälle werden von rechts und links von Ufermoränen eingefasst; auf seiner Oberfläche trägt der untere Fall mittelgrosse Seitenmoränen.

Vom Fuss des unteren Falles an folgt die längste Ausdehnung, (circa 5 Kilom.) des Eisstromes, die er in seinem ganzen Bette einnimmt. Das Gefälle desselben ist dabei nicht grösser als 5°. Der Eisstrom ist rechterseits in seiner ganzen Länge von einem ununterbrochenen Ufermoränenwall eingefasst. Dieser Wall fällt zur Oberfläche des Eisstromes steil ab, und zur anderen Seite, zu den Wänden des Querthals, tritt er mit einer Reihe älterer Moränenwälle in Verbindung, auf welchen sich bereits eine subalpine Flora, ja auf einer derselben sogar einige Kiefern ansiedeln konnten.

Linkerseits ist der Eisstrom der mittleren Terrasse ebenfalls von einer Ufenmoräne eingefasst, die aber nicht die Steilheit der rechten erlangt. Diese Moränen haben eine Höhe von 20—25 Meter über der Oberfläche des Eises.

Das erste Drittel des Eisstromes, vom Eisfall an gerechnet, erscheint im Verhältniss zum übrigen Theil des Eisstromes etwas erhöht. Auf dieser Strecke unterscheidet man auf der Oberfläche des Gletschers zwei verschiedene Zonen: die rechte, schmalere ist von Anfang bis zu Ende mit Moränenschutt bedeckt, die linke, breitere ist völlig frei davon. Auf der Grenze dieser beiden Zonen zieht sich die Mittelmoräne hin. Parallel dieser geht eine tiefe Rinne, die sich im letzten Jahre in Folge des mächtigen Abthauens des Gletschers gebildet hat. Die rechte Hälfte des Eisstromes grenzt unmittelbar an die Ufermoräne und ist in breitem Streifen von dem Material der Seitenmoräne bedeckt. Aus diesem Moränenmaterial hat sich eine ganze Reihe von Hügeln gebildet, zwischen welche tiefe Spalten, Gletschermühlen und andere Vertiefungen liegen, die theilweise mit Wasser angefüllt sind, theilweise mit Moränenschutt verstopft sind.

Die Zone der Seitenmoräne keilt sich von der Peripherie zur Mitte des Gletschers aus, in der Weise, dass der mittlere, zwischen Mittel- und Seitenmoräne eingeschlosse Theil des Eisstromes das Bild einer Chaussée darstellt, wenn man sich so ausdrücken darf, die eben mit Gesteinmaterial beschüttet ist. Die linke Hälfte des Eisstromes ist auch an vereinzelten Stellen mit Seitenmoränenmaterial bedeckt. Ausserdem finden sich auf der Oberfläche des Gletschers verstreut Massen von grossen Blöcken, von welchen einer der äussersten auf der Mittelmoräne durch seine Dimensionen besonders auffällt (pl. *D.*) und sogar den berühmten „Jermolow-Block“, der bei der Station Lars der Grusinischen Militärstrasse liegt, an Grösse übertrifft. Die Höhe einiger Hügel der Mittelmoräne erreicht 8—10 Meter. Das



Zei-gletscher. (Linke Seite).

Moränenmaterial ist einförmig und besteht hauptsächlich aus grauen kaukasischen Graniten, ferner aus Thonschiefern, paläozoischen Schiefern etc.

Ungeachtet der geringen Neigung des Gletscherbettes ist die Oberfläche des Gletschers am Fusse des unteren Falles gewaltig zerrissen von tiefen Rand- und Querspalten, Vertiefungen, Gletschermühlen etc., die von Wasser oder Moränenschutt erfüllt sind. Ebenso durchsetzt von einer Reihe von Randspalten ist auch die linke Seite des Gletscherstromes an der Stelle, wo ein Bergstrom von dem Hängegletscher am südlichen Abhange des Adai-choch einmündet, und endlich an der ganzen linken Seite der Gletscherzunge, mit dem Unterschiede, dass hier alle Spalten nur Längsspalten sind. (pl. *D.*)

Der Eisstrom endet mit einer, die ganze Breite des Thales einnehmenden, hohen Gletscherstirn, welcher die Stirnmoräne, in Form einer Reihe mittelhoher Hügel, vorgelagert ist. In den oberen Theil des Gletscherstromes, welcher der mittleren Terrasse angehört, münden rechts drei kleinere Gletscherarme, und zwar einer zwischen den beiden oberen Eisfällen, die beiden anderen zwischen dem zweiten und dritten. Links dagegen nimmt der Gletscherstrom heute keinen Arm auf, obgleich von dieser Seite ein grosser Hängegletscher von den Ostabhängen des Adai-choch zum Zeithal vordringt. Dieser Hängegletscher schwebt jetzt über den oberen Rande der Felswand des Zeiggletscherthals.

Der Zeigletscher befindet sich ebenso wie alle kaukasischen Gletscher, die sich im Laufe der letzten 12—15 Jahre beobachtet habe, im Zustande des Rückzuges [1]). In diesem Zeitraume hat sich das Ende des Gletschers um 172 Meter zurückgezogen [2]); dabei hat sich die Höhe der Gletscherstirn im Mittel um 9 Meter verringert, und deren Breite an der Sohle um 180 Meter.

Selbst im Relief der Gletscherzunge sind schon Veränderungen vor sich gegangen: die Stirn, die früher nicht jedem leicht zugänglich war, stellt jetzt nichts anderes als eine mächtige Eismasse dar, welche in eine Menge einzelner Stücke verschiedenster Grösse zertheilt, von Spalten und Vertiefungen durchsetzt und unter Moränenschutt begraben liegt.

Die Erscheinungen der Veränderung des Gletssherreliefs in Folge des Abschmelzens zeigen sich am Zeigletscher in derselben Weise wie am Genal-dongletscher (vergl. „Der Genal-dongletscher" von Const Rossikow) nur noch in grossartigerem Maasstabe.

An dem oben erwähnten (vergl. p. 16 und pl. *D.*) grössten Block

---

[1]) Die Beobachtungen über den Stand der Gletscher vom 1885—1894 inclusive sind ausführlich in meiner Arbeit „Der Stand der Gletscher und der Seen des centralen Nordkaukasus" besprochen. Vergl. Sapiski d. kauk. Section d. Kais. Russ. Geog. Gesell. Bd. XVI, 1894, p. 223—225 u. ibidem B. XVIII, 1895 p. 289—295 (russisch.)

[2]) Die Beobachtungen der Jahre 1895 u. 1896 stellten fest, dass die Gletschermündung noch um 22,5 Meter kleiner geworden ist.

der Mittelmoräne, welcher einen grossartigen Gletschertisch bildet, liessen sich durch Messungen im Jahre 1893 und 1894 folgende Daten nachweisen. Dieser Block stand nämlich im Jahre 1893 279,5 Meter über der festen, vor dem Fusse der Gletscherstirn angebrachten Marke, während er 1894 nur 272 Meter über dieser lag; der Block hatte sich dabei aber in der Bewegungsrichtung des Gletschers über 24 Meter gegen die im Jahre 1892 auf der Ufermoräne aufgestellten Marken abwärts verschoben, wie sich durch Visiren quer über den Gletscher feststellen liess. Mit anderen Worten: der Gletscher bewegte sich im Laufe eines Jahres mit einer Geschwindigkeit von 15 Metern, oder circa 0,05 Meter pro Tag.

Zum Schluss muss noch auf die Thatsache aufmerksam gemacht werden, dass zu den besten Zeugen der, noch historischer Zeit angehörigen, früheren gewaltigen Ausdehnung des Zeigletschers der Felsen „Ssau-fidar gehört. Er steht zwischen dem Zei-don- und Skasthal und bewahrt ebenso wie die Thalwände selbst, besonders vor dem Fusse des unteren Eisfalles und links vor der heutigen Gletscherstirn, die in deu Fels gezeichneten Beweise dafür. Diese Zeugen berechtigen zu der festen Annahme, dass der Zeigletscher über den „Ssaufidar“ hinüberschritt, sich mit dem Skas (Rekom) — gletscher vereinigte und das Zei-donthal bis zu jenem Felsvorsprung ausfüllte, wo heute das Gehöft Ober-Zei liegt; noch weiter zurück, in der Glacialperiode, erfüllte der Gletscher auch den übrigen—östlichen Theil des Zei-donthales, und reichte in das Ardonthal bis St. Nikolaus.

XXIX

LA MER NOIRE

PAR

N. ANDROUSSOW.

Entourée presque de tous les côtés par la terre ferme, la Mer Noire est mise en communication avec la Méditerranée par le Bosphore de Thrace, très étroit et ressemblant à un fleuve. Elle présente un bassin très régulier et profond, au relief très simple. La bande de mer qui longe la côte est généralement étroite et peu profonde; la ligne de 100 brasses s'approche très près de la côte de la Crimée, du Caucase et de l'Asie Mineure et s'éloigne quelque peu à l'angle NE de la Mer Noire. Cela se voit surtout distinctement par la carte bathymétrique ci-jointe (I), basée tant sur les cartes marines antérieures que principalement (pour les profondeurs plus grandes) sur les sondages faits en 1890 et 1891 par les expéditions du Tchernomoretz [1]), du Zaporojetz [2]) et du Donetz [3]).

A partir de la ligne de 100 brasses le fond s'abaisse rapidement jusqu'à une profondeur de 800 brasses [4]) pour redevenir plat, la profondeur maxima de 1227 brasses (2244 m.) se trouvant plus près de la côte de l'Asie Mineure, approximativement sur le méridien de Sébastopol et sur la parallèle de Soukhoum. La Mer Noire avec la Mer d'Azow couvre une superficie de 360850 kilom. carrés et présente un volume

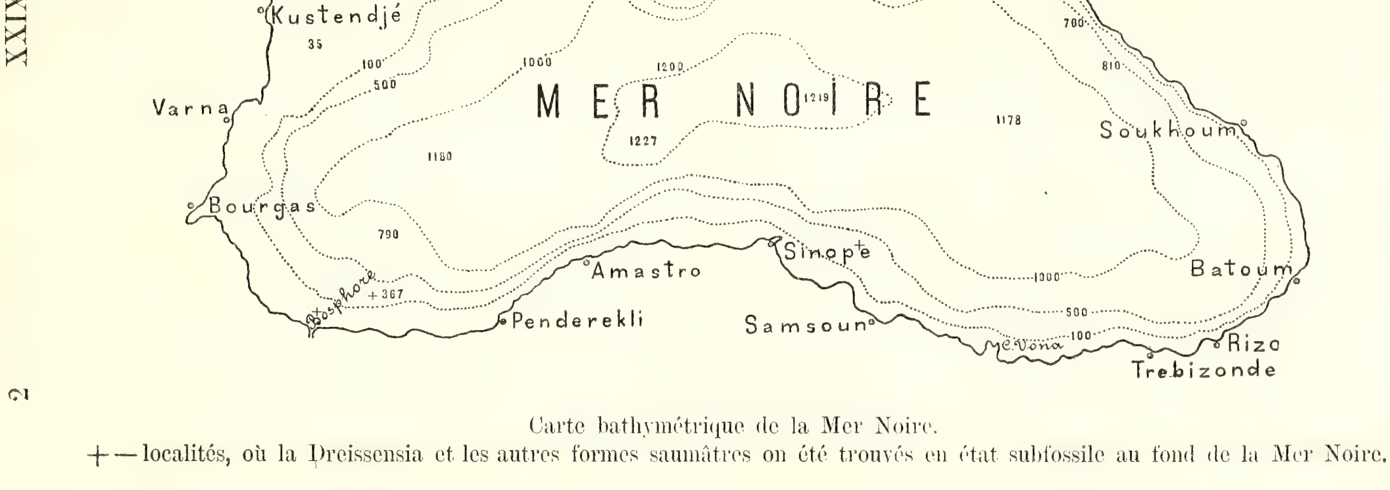
---

[1]) Sous le commandement du capitaine Smirnow. L'expédition se composait de J. Spindler, le baron Wrangel et N. Androussow.

[2]) Sous le commandement du capitaine Martyno. L'expédition était composée de J. Spindler, A. Lebedintsev, A. Ostrooumow, Markovnikow, Zélinsky et Poproujenko.

[3]) Sous le commandement du capitaine Poutsillo. Les membres de l'expédition étaient les mêmes.

[4]) On observe des pentes de 4° a 6° (près de la Crimée et d'Amastro) et même jusqu'à 10° (Rizo) et 12° (Guélendjik).

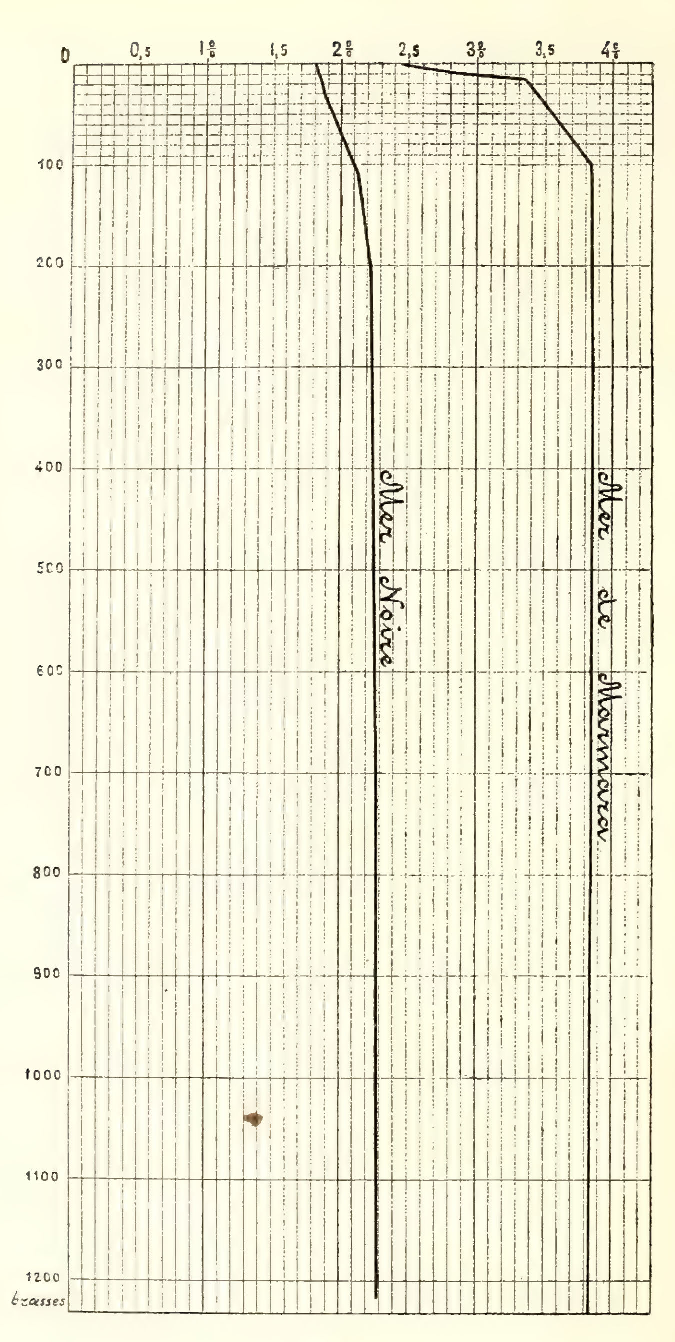


Carte bathymétrique de la Mer Noire.
+ — localités, où la Dreissensia et les autres formes saumâtres on été trouvés en état subfossile au fond de la Mer Noire.

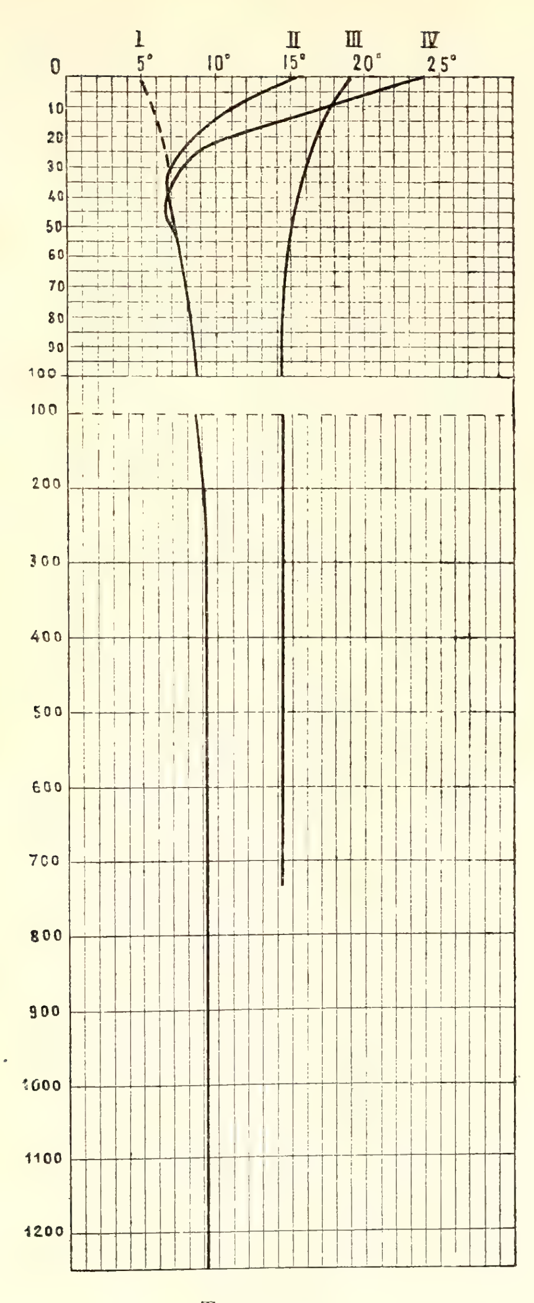
d'environ 280000 kil. cubes. Ses eaux sont en général moins salées que celles des océans, surtout à la surface. Au large, la teneur en sel est environ 1,8%, devenant encore moindre au coin NE de la Mer Noire (jusqu'à 1,38%). Avec la profondeur la teneur augmente régulièrement. atteignant à une profendeur de 100 brasses 2,1% et 2,2% à 1000 brasses. En été la répartition de la température est très originale. De la surface à une profondeur peu considérable la température, variant par endroits et par mois entre les profondeurs de 30 à 45 brasses, s'abaisse rapidement de 15°—24° jusqu'à 7°,2—6°,9 pour se relever peu à peu jusqu'à 8°,8 à 100 brasses, jusqu'à 9° à 200 et jusqu'à 9°,3 au fond, à une profondeur de 1200 brasses. Cette répartition de la température s'explique par la faiblesse de la circulation verticale, amenée par la grande différence de densité à la surface et dans les profondeurs. La faible densité à la surface trouve sa raison dans l'affluence d'énormes quantités d'eau douce provenant des rivières. Les eaux qui échappent à l'évaporation s'écoulent de la Mer Noire par le Bosphore de Thrace; le courant en a été étudié en détail par l'amiral Makarow. Le résultat de ses études relativement au courant supérieur peut être résumé comme suit:

1) Dans le Bosphore, comme Marsigli l'avait déjà signalé, il existe deux courants, l'un supérieur, l'autre inférieur.
2) Le courant supérieur se meut avec une vitesse moyenne de 3,75 pieds par seconde (1,143 mt. par sec.) atteignant par endroits 10 pieds par seconde (3,048 mt. par sec.).
3) En même temps la teneur en sel augmente de 1,85 à 2%.

Cette eau adoucie de la Mer Noire s'étend en couche de 10 brasses sur la surface de la Mer de Marmara et, se chargeant jusqu'à une moyenne de 2,4 % de sel, s'écoule de là à la surface des Dardanelles dans l'Archipel. De là coulent au fond des Dardanelles les eaux lourdes et salées de la Méditerranée (3,8%) dans le bassin profond (700 à 776 brasses) de la Propontide, remplie d'eau d'une teneur en sel de 3,8%. A leur tour les eaux lourdes de la Propontide coulent dans le Bosphore formant au fond un courant inférieur dans le sens inverse, dans la direction vers la Mer Noire. A son entrée dans la Mer Noire ce courant possède une teneur en sel d'environ 3%; mais ses eaux se mélangent bientôt avec celles de la Mer Noire et une partie d'entre elles tombe au fond. Cela explique la grande teneur en sel et la température élevée dans les profondeurs de la Mer Noire. Si cette mer était entièrement fermée, la température des couches profondes ne dépasserait pas 6° C., température moyenne à la surface, tandis que maintenant la chaleur y pénètre avec l'eau salée. Toutefois la circulation dans les profondeurs doit être très lente. La quantité d'eau, fournie par le Bosphore, est minime en comparaison du volume de la mer elle-même. Selon Makarow le courant inférieur apporte 200000 pieds cubes par seconde et le courant supérieur en emporte 370000, de sorte que 170000 pieds cubes formeraient l'excédent échappant à l'évapora-


0
0,5
1%
1,5
2%
2,5
3%
3,5
4%
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
brasses
Mer Noire
Mer de Marmara

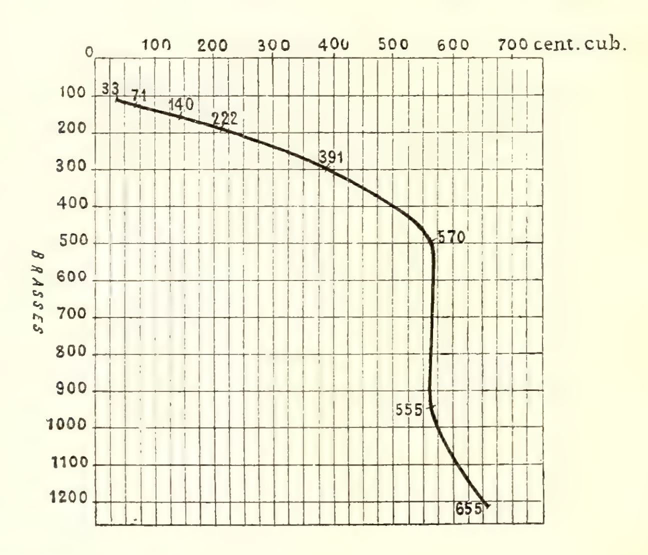
Salure.



Temperatures.
I de la Mer Noire, en hiver (hypothétique),
II „ „ „ „ , en mai 1891,
III de la mer de Marmara en septembre 1894.
IV de la Mer Noire, en août 1891.

tion, ou annuellement 147 verstes cubes, ce qui ne serait que le $^{1}/_{1700}$ du volume de la Mer Noire. Il ne faudrait donc aux couches profondes pas moins de 1700 ans et même davantage pour se renouveler, alors que les eaux de la surface se renouvellent chaque année. Ce phénomène explique la grande différence chimique des eaux du fond et de la surface de la Mer Noire.

Les eaux supérieures, d'une puissance de 125 brasses et d'un caractère normal, contiennent la quantité habituelle d'air dissous, quantité suffisante à l'entretien de la vie organique. Les courants verticaux ne descendent qu'à une profondeur de 100 brasses, arrêtés qu'ils sont par les couches inférieures plus denses. L'oxygène de ces dernières ne peut donc se compléter que par la diffusion et le courant inférieur venant du Bosphore, par conséquent lentement et trop peu rapidement pour soutenir la vie organique. En général la somme totale de gaz atmosphériques diminue dans les profondeurs de la Mer Noire aux dépens de l'oxygène; en même temps il s'y forme de l'acide sulfhydri-



Le diagramme représente la quantité de l'acide sulfhydrique aux diverses profondeurs de la Mer Noire (en centimètres cubes par 100 litres d'eau à 0° C. et 760 mm. de pression barométrique).

que dont la présence se fait remarquer pour la première fois à une profondeur de 100 brasses (33 cm. cubes H_2S à 0° et 760 mm. pour 100 litres), augmentant graduellement vers le bas (222 cm. cubes à 200 brasses, 555 à 950, 655 à 1185). Parallèlement apparaissent des sulfides dont la quantité augmente en raison de la profondeur. Selon les recherches de m-rs Zélinsky et Broussilovsky la formation de H_2S dans les profondeurs de la mer Noire est due à l'activité des microbes. On en a trouvé

plusieurs espèces, mais jusqu'ici on n'en a étudié qu'un seul *(Bacterium hydrosulfuricum ponticum)* qui, dans des conditions anaérobes, dégage l'acide sulfhydrique non seulement des milieux albumineux, mais aussi directement des sulfates et sulfites. Une petite quantité de cellulose et d'albumine, quoique non indispensable à l'activité vitale de ces bactères, contribue à leur développement plus rapide. En conséquence les écrivains sont d'avis que la totalité entière de H_2S dans la Mer Noire provient des sulfates. N. Androussow au contraire, se basant principalement sur les faits suivants, pense que l'origine d'une partie de H_2S est due à des matières organiques. Outre *Bacterium hydrosulfuricum ponticum* on trouve dans les profondeurs de la Mer Noire d'autres microbes encore insuffisamment étudiés, qui semblent exiger une quantité de matières albumineuses plus considérable. D'après N. Androussow les écrivains, surtout, ne tiennent pas compte de l'accumulation de matières organiques qui se produit dans les profondeurs de la Mer Noire, ni de ses effets. Les eaux superficielles y pullulent d'organismes (du plankton). La mort ininterrompue d'organismes pélagiques produit une pluie perpétuelle de restes organiques qui tombent au fond de la Mer Noire. Ces restes organiques, tombant au fond, peuvent jusqu'à la profondeur de 100 brasses être absorbés par d'autres organismes pélagiques, mais, arrivés à une profondeur plus grande, ils tombent dans des domaines où en dehors des microbes il n'y a plus d'autres organismes. En effet, au-delà de 100 brasses, nous ne trouvons aucun animal ni au fond ni dans l'eau (dans les autres mers les plantes chlorophylliennes ne descendent pas dans les profondeurs privées de lumière). L'insuffisance en O et la présence de H_2S en empêche le développement. Les restes d'organismes morts tombant au fond n'y alimentent conséquemment aucun organisme benthonique, comme en général dans les mers et les océans. S'accumulant au fond ils servent de nourriture aux bactèries (se putréfient) qui de S albumines forment H_2S et qui, vu l'insuffisance d'oxygène dans l'eau, le tirent des sulfates, ce qui à son tour produit les sulfides et H_2S.

$$RSO_4 + 2C = 2CO_2 + RS;\ RS + CO_2 + H_2O = H_2S + RCO_3$$

L'H_2S qui s'y forme se lie partiellement aux sels de fer; de là la richesse en FeS des profondeurs de la mer. Une partie seulement de H_2S pénètre dans l'eau et se répand dans les profondeurs de la Mer Noire. Ici sa conservation est due en partie à l'intensité de ce procès et surtout à la pauvreté en oxygène des eaux profondes. En pénétrant dans les couches supérieures et en s'approchant de la limite de la circulation verticale animée, H_2S commence à s'oxyder et à se décomposer peu à peu. M. Egounow suppose que ce phénomène d'oxydation d'H_2S, observé très souvent dans la nature, est dû aussi à des sulfobactéries. S'il en est ainsi, nous devons nous attendre à trouver dans la Mer Noire, à une profondeur de 100 à 125 brasses, une énorme couche de sulfobactéries.

Outre la formation de FeS la fermentation sulfhydrique de la Mer

Noire doit entraîner avec elle d'autres modifications chimiques dans l'eau et les dépôts. Premièrement cela doit produire une diminution relative des sulfates dans la profondeur des eaux et, secondement, l'augmentation de la quantité de carbonates. Malheureusement nous ignorons encore l'analyse complète des eaux profondes, faite par A. Lebedintzew, en sorte que nous ne pouvons pas encore affirmer la diminution des sulfates. Mais la formation habituelle d'un résidu poussiéreux de $CaCO_3$ dans les profonds dépôts de la Mer Noire, parle en faveur de l'enrichissement des eaux du fond en carbonates.

La fermention sulfhydrique n'a pas toujours eu lieu dans la Mer Noire. Elle paraît avoir commencé au moment où son bassin s'est mis en communication avec la Méditerranée. La géologie nous apprend que cette communication doit s'être produite à une époque assez récente, comme le prouve le fait surprenant qu'au fond de la Mer Noire on trouve à diverses profondeurs des mollusques saumâtres, tels que *Dreiss. polymorpha Ben.*, *Dreiss. rostriformis Desh. var. distincta*, *Dreiss. Tchaudae var. pontica*, *Dreiss. crassa n. sp.*, *Monodacna pontica* Eichw., *Didacna sp.*, *Micromelania caspia* Eichw., *Clessinia sp.*, *Neritina sp.* (Les points où on les a trouvés sont marqués sur la carte ci-jointe par une croix ×). A des profondeurs peu considérables ces coquilles semblent se rencontrer plus rarement; en tout cas il est toujours difficile de les y distinguer dans la masse des coquillages contemporains, tandis qu'on les reconnaît facilement à des profondeurs plus grandes, où on en a trouvé des restes jusqu'à 400 brasses. Le fait qu'on en a trouvé dans la vase où la vie ne se rencontre plus, témoigne qu'à une époque relativement très récente la Mer Noire était un immense bassin semblable au Caspien.

Nous inclinons à croire que la Mer Noire n'a cessé d'être bassin fermé qu'aux premiers temps de l'époque posttertiaire et que le commencement de cet état de choses se rapporte encore à l'époque pontique (dans le sens restreint du terme). Nous avons des raisons de croire que la formation de la profonde dépression de la Mer Noire se rapporte à une époque plus ancienne que quelques-uns ne le supposent. L'existence, près de Bourgas, de dépôts oligocènes semblables à ceux d'Ekatherinoslaw, le caractère de dévéloppement des couches de Tchokrak et celles-ci à Spaniodon, la présence du sarmatique près de Varna, de Bourgas, au bord de la Mer de Marmara, près de Sinope et dans la Transcaucasie, la découverte des couches de Tchaouda à *Didacna crassa* et *Dreiss. Tchaudae* au cap Tchaouda (péninsule de Kertch) et aux environs de Gallipoli— tout cela sont des faits qui mettent en évidence que la cuvette actuelle du Pont-Euxin avait été occupée autrefois par un bassin d'eau. Qu'il ait été aussi profond à l'époque miocénique qu'il l'est maintenant, c'est une autre question. Jusqu'à la fin de l'époque sarmatique et peut-être à la méotique, ce bassin communiquait, bien qu'indirectement, avec l'océan, mais à partir de l'époque pontique il devient isolé. Les changements consécutifs survenus après l'époque pontique sont très difficiles à suivre, ce bassin ayant occupé probablement une étendue

moindre que celle d'aujourd'hui et n'ayant laissé que de faibles traces de son séjour. Ainsi, à l'époque postérieure à la pontique, viennent les couches de Kouïalnik (près d'Odessa), puis les couches de Tchaouda (pliocène supérieur), enfin, au commencement de l'époque posttertiaire, les couches à faune caspienne de la Bessarabie du sud et de la presqu'île de Kertch. Après le dépôt de ces dernières sont survenus des changements topographiques qui ont amené le passage des eaux de la Méditerranée dans la région du Pont. Ordinairement ce fait est mis en relation avec la formation du Bosphore. Cependant le Bosphore et la Mer de Marmara existaient déjà au moment du passage des eaux de la Méditerranée dans le Pont-Euxin, comme le témoignent des exemplaires de *Dreissensia rostriformis*, trouvés par Ostrooumow au fond du Bosphore et, par l'expédition de „Selanik".dans les profondeurs de la Mer de Marmara. Pour ces raisons nous devons reculer la formation du Bosphore à une époque plus lointaine (pliocène) et en chercher l'explication dans l'histoire des pays plus méridionaux. On admet ordinairement que le passage des eaux de la Méditerranée est dû à la destruction et à l'affaissement graduels de la terre ferme d'Egée qui ont pour ainsi dire mécaniquement permis aux eaux salées de pénétrer dans la région du Pont.

Une autre opinion, contraire à la précédente, était en vigueur jusqu'à Stefani [1]) qui tendait à prouver que la Mer Egée existait déjà à l'époque pontique et qu'elle communiquait avec le Pont Euxin. Le moindre degré de salure de celui-ci se serait maintenu grâce à des conditions climatériques et topographiques. N. Androussow pense que les Dardanelles et le Bosphore ne se sont point formés par suite de failles, c'est-à-dire qu'ils ne sont point des taphros étroits, mais des fonds de vallées fluviales s'abaissant plus bas que le niveau de la mer par suite de changements respectifs de niveaux (très vraisemblablement des affaissements). La formation de ces vallées se rapporte à une époque plus récente que la sarmatique, le lit des Dardanelles s'étant creusé dans des couches sarmatiques. La présence près de Gallipoli de couches de Tchaouda et de *Dreiss. rostriformis* au fond du Bosphore et de la Mer de Marmara prouve qu'à la fin du pliocène ces vallées avaient un niveau plus bas que celui du Pont et que la cuvette de la Mer de Marmara se trouvait dans les mêmes conditions que le Pont-Euxin lui-même. Après un certain intervalle de temps, à compter de l'époque pontique, le passage des eaux de la mer est devenu possible par les Dardanelles, soit par suite d'un affaissement de terrain dans la mer Egée, soit par le changement des conditions qui ont amené le passage des eaux de la Méditerranée dans le Pont. Alors les eaux salées de la Méditerranée ont commencé à pénétrer dans les profondeurs de la Propontide et à détruire sa faune saumâtre en la remplaçant par une faune marine (dans la Mer de Marmara on trouve

[1]) de Stefani. Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée. Ann. de la Soc. Géol. de Belge. 1891.

des individus de *Dreiss. rostriformis* avec de petits coraux à la surface (*Caryophyllia*) — illustration curieuse de ce phénomène). Plus tard les eaux de la mer de Marmara pénétrèrent aussi dans le Pont, y produisant à leur tour la destruction de sa faune et formant une couche inférieure stagnante. Cela rendit impossible la pénétration dans les profondeurs du Pont de la vie animale, d'autant plus que les organismes appropriés à l'existence dans les profondeurs — quoiqu'ils eussent pu pénétrer dans la Mer Noire, comme ils ont pénétré par les Dardanelles dans la Mer de Marmara—auraient trouvé une salure insuffisante. Grâce à la formation d'un tel domaine privé de vie, grâce aussi à la ventilation insuffisante et à la masse considérable de matières organiques mortes provenant de l'anéantissement de la faune des profondeurs du lac-mer Euxin à l'eau faiblement salée, la formation de l'acide sulphyrique a commencée de se produire. Comme les conditions physiques de la Mer Noire n'ont pas changé et que le total primitif des matières organiques, indubitablement épuisé depuis longtemps, a été remplacé et se renouvelle tous les jours par des restes d'organismes, cette fermentation continue jusqu'ici et se prolongera, à moins que les conditions physiques actuelles changent de leur côté.

L'historique sommaire de la Mer Noire nous explique ses principales particularités. Sa faune marine proprement dite, c'est-à-dire la faune de ses parties les plus salées, consiste en éléments que la Méditerranée a pu lui transmettre par la Mer de Marmara et le Bosphore. Il en est provenu et il en provient encore une certaine élection. Là ne pouvaient pénétrer que des formes eurybiotiques, capables de supporter une eau bien moins salée. Grâce à ce phénomène la faune de la Mer Noire est, sous le rapport de la qualité, moins riche que celle de la Méditerranée; plusieurs classes d'organismes (p. ex. les coraux, les siphonophores, les échinides, les ptéropodes, les céphalopodes) y font entièrement défaut, d'autres se présentent en pétite quantité (ainsi nous ne connaissons dans la Mer Noire qu'un seul cténophore, une seule petite holothurie et deux très petites *ophiurides* etc.).

Au reste les conditions thermiques particulières de la Mer Noire, sa température plus rigoureuse (à la surface la température s'élève en été jusqu'à 27° C. et même davantage sur les côtes, mais elle tombe en hiver jusqu'à 5 ou 6 degrés et à l'angle nord-ouest et dans la mer d'Azow elle s'abaisse même jusqu'au point de congélation), la présence à une petite profondeur d'une couche d'eau de 7° C., tout cela est cause de nouveaux obstacles à la pénétration d'organismes, ne permettant de s'y établir qu'à des formes eurythermes et oligothermes; il en est de même des conditions de la conservation de restes de l'époque glaciaire qui, faisant à cette époque le tour de l'Europe, pouvaient entrer par la Méditerranée dans la Mer Noire. Avec l'arrivée d'un climat plus doux ils disparurent de la Méditerranée ou ils y devinrent plus rares. L'habitus plus septentrional de la faune de la Mer Noire a déjà attiré l'attention des zoologues et, quoique plus tard bien des formes réputées jusque-là comme appartenant exclusivement au mers du nord, aient

été trouvées dans la Méditerranée, nous pouvons cependant indiquer une forme appartenant indubitablement à cette époque, notamment *Phocaena communis*. D'un autre côté plusieurs formes, propres aux faunes du nord, se montrent rarement dans la Méditerranée, mais en revanche elles se développent richement dans la Mer Noire, y trouvant des conditions de vie plus propices. Telle est par exemple *Modiola phaseolina*. Cette coquille, très ordinaire sur les côtés de l'Angleterre, se rencontre aussi dans la Méditerranée, d'où elle a pénétré par la mer de Marmara dans la Mer Noire; mais, alors que dans la Mer de Marmara elle se rencontre isolément, disparaissant dans la masse des autres coquillages, elle prend un développement très riche dans la Mer Noire, y formant un faciès spécial à *Modiola* qui va en anneau autour de toute la mer, entre les isobathes de 35 à 100 brasses. Sur toute cette étendue le fond est vaseux et couvert, outre une immense quantité de *M. phaseolina*, par de nombreux coquillages d'autres espèces (*Cardium fasciatum*, *Mactra triangula*, *Scrobicularia alba*, *Cerithium pusillum*, *Trophon breviatum*) et peuplé de d'ascidies isolées, de petites ophiurides, de petites *Synapta*, *Polychaeta* à tubes vaseux, *Cerianthus vestitus* etc.

Au-dessous de cette zone de vase à *Modiola*, très constante à cause de la constance des conditions physico-géographiques, vient la région sulfhydrique, domaine des bactéries sulfhydriques, séparée peut-être de la zone à *Modiola* par une zone de sulfo-bactéries. Plus haut, entre l'isobate 25 et la ligne du littoral, commence une plus grande différenciation des faciès, en rapport aux différentes conditions physiques. Malheureusement le nombre des données est encore trop insuffisant pour pouvoir donner le caractère exacte des subdivisions et des faciès de la zone littorale de la Mer Noire. La composition des sociétés organiques de ces faunes dans la Mer Noire est influencée, en dehors de la profondeur et du caractère du fond, par l'oscillation de la salure qui a lieu en de larges proportions sur la surface de la Mer Noire. Les cartes du colonel J. Spindler nous montrent que les eaux du littoral présentent le maximum de salure sur les côtes de l'Anatolie et du Caucase (en moyenne 1,77%). Ensuite viennent les bords de la Crimée (un peu moins) et la côte occidentale de la mer entre le Bosphore et le Danube (moins de 1,6%). Les parties les moins salées de la Mer Noire sont le coin NO, où le degré de salure ne dépasse pas 1,38%, et la mer d'Azow qui dans la partie méridionale a une salure ne s'élevant pas au-dessus de 1,19% et qui à son extrémité nord ne contient pour ainsi dire que de l'eau douce. Conformément à ce qui vient d'être dit, nous trouvons une faune littorale plus riche sur les côtes du Caucase et de la Crimée [1], et une plus pauvre près d'Odessa et dans la mer d'Azow. Cet appauvrissement est parfaitement caractérisé sur le tableau d'Ostrooumow, où le nombre des espèces de mollus-

---

[1]) La faune littorale de l'Anatolie et de la côte occidentale de la Mer Noire n'est point étudiée.

ques appartenant aux différents bassins est exprimé en %, en prenant pour 100 le nombre des espèces de l'Archipel.

Archipel	100%
Mer de Marmara à l'entrée dans le Bosphore .	58,5%
Bosphore (supérieur)	36,8%
Mer Noire.	22,2%
Partie inférieure de la mer d'Azow	6,3%
Partie moyenne de la mer d'Azow.	3,6%

Aux embouchures des rivières qui au sud de la Russie portent le nom de „limans", tout comme les lacs (salés ou d'eau douce) du littoral, aux éléments peu nombreux de la Méditerranée commencent à s'ajouter des éléments identiques à ceux de la Mer Caspienne ou des éléments spécialement propres aux limans. Ces formes doivent être regardées comme relictes de la faune saumâtre du lac—mer d'Euxin de l'époque pliocène. Comme exemple de formes que l'on rencontre aussi dans la Mer Caspienne nous citerons: *Archaeobdella*, *Clessinia variabilis* (liman du Boug), *Neritina lithurata* (Mer d'Azow), *Gmelina*, *Gammarus maeoticus*, *Pseudocuma pectinata*, *Paramysis Baeri Cz.*, *Mesomysis Kowalevskyi*. *intermedia*, *Lymnomysis Benedeni*. *Brandti* Cz., des espèces de *Gobius*. *Clupea* et *Accipenser*. Voici d'autres espèces non identiques, mais se rapprochant de celles que l'on trouve dans la mer Caspienne: *Dreissensia bugensis* (se rapproche de *Dr. rostriformis* et *Grimmi*), *Cardium ponticum* (se rappr. de *C. caspium*), *Cardium coloratum* (se rappr. de *Mon. edentula*), *Amphicteis antiqua* (se rappr. de *Amphicteis Kowalewskii*), *Bythotrephes azovicus* (se rappr. de *B. socialis*). D'autres enfin sont exclusivement propres soit à la Mer d'Azow (*Corniger maeoticus*, *Maeotias inaspectata Ostr.*, *Thaumantias maeotica Ostr.*, *Asperina improvisa*), soit aux limans (*Eurinomysis Mecznikovi*). La faune des limans est encore peu connue et il faut espérer que l'étude commencée par Ostrooumow fera connaître encore bien des formes, tant communes à la Mer Caspienne que spéciales.

Comme conclusion il nous reste à caractériser en peu de mots les dépôts de la Mer Noire.

Les sables n'occupent qu'une très faible étendue de la Mer Noire. Aux bords escarpés de la Crimée et du Caucase ils ne descendent qu'à une profondeur de 10 à 20 brasses. Plus bas commence la région sableuse comprenant de grands espaces, même à de petites profondeurs, au coin NW de la Mer Noire, emplissant ici une cuvette plate. Là, la vase de couleur noire contient quantité de foraminifers à coquille agglutinée et très peu de véritables diatomées pélagiques.

Au-dessous de la limite des sables vient une vase gluante d'un gris bleuâtre, grise à l'état sec, recouverte çà et là d'une mince couche de couleur rouge, provenant de l'oxydation du protoxyde de fer. A la profondeur de 35 à 100 brasses cette vase renferme souvent de

grandes accumulations de petites coquilles fragiles, surtout *Modiola Moscolina*, qui nous a fait lui donner le nom de vase à Modiola. Il n'est pas rare d'y trouver des concrétions ferro-manganèses entourant les coquilles. Cette vase est très pauvre en restes microscopiques, surtout en diatomées. Ces dernières abondent avec quelques autres restes microscopiques dans les couches superficielles de la vase des profondeurs.

La vase des profondeurs présente dans la plupart des cas deux variétés: la vase noire sur les pentes (depuis 300 jusqu'à 717 brasses) et la vase bleu foncé de la cuvette plate du Pont.

La vase noire des pentes, très visqueuse et gluante, devient momentanément grise à la surface lorsqu'elle est exposée à l'air. Cette teinte dépend de la présence du monosulfure de fer (*Fes*) s'oxydant rapidement à l'air. Sous le microscope la matière colorante se présente soit sous forme de petits globules isolés, soit imprégnée dans les grains de sable. La présence de tels globules dans l'intérieur des diatomées offre surtout un grand intérêt. Parmi les restes microscopiques il convient de citer d'abondantes diatomées, Dictyocha et coquilles de jeunes bivalves pélagiques. La vase ne contient rien de vivant, par contre elle offre le principal gisement de coquilles fossiles, telles que *Dreissensia* etc.

Tel est le caractère de la vase retirée par la sonde. Par le draguage on obtient quelquefois dans la même région des masses de vase bleue contenant parfois des concrétions en forme de clous de FeS_2. Cette vase gît probablement sous la vase noire.

La vase bleu foncé de la cuvette profonde est moins dense et renferme beaucoup de diatomées, surtout pélagiques. FeS s'y rencontre aussi, mais en quantité moindre, masqué, à ce qu'il semble, par une masse plus ou moins considérable de $CaCO_3$ finement granuleux, se concentrant parfois en petites pelotes, semblables à l'état frais à des pelotes de suif. En d'autres cas $CaCO_3$ forme dans la vase bleue de petites couches d'un blanc bien tranché.

XXX

ENVIRONS DE KERTCH

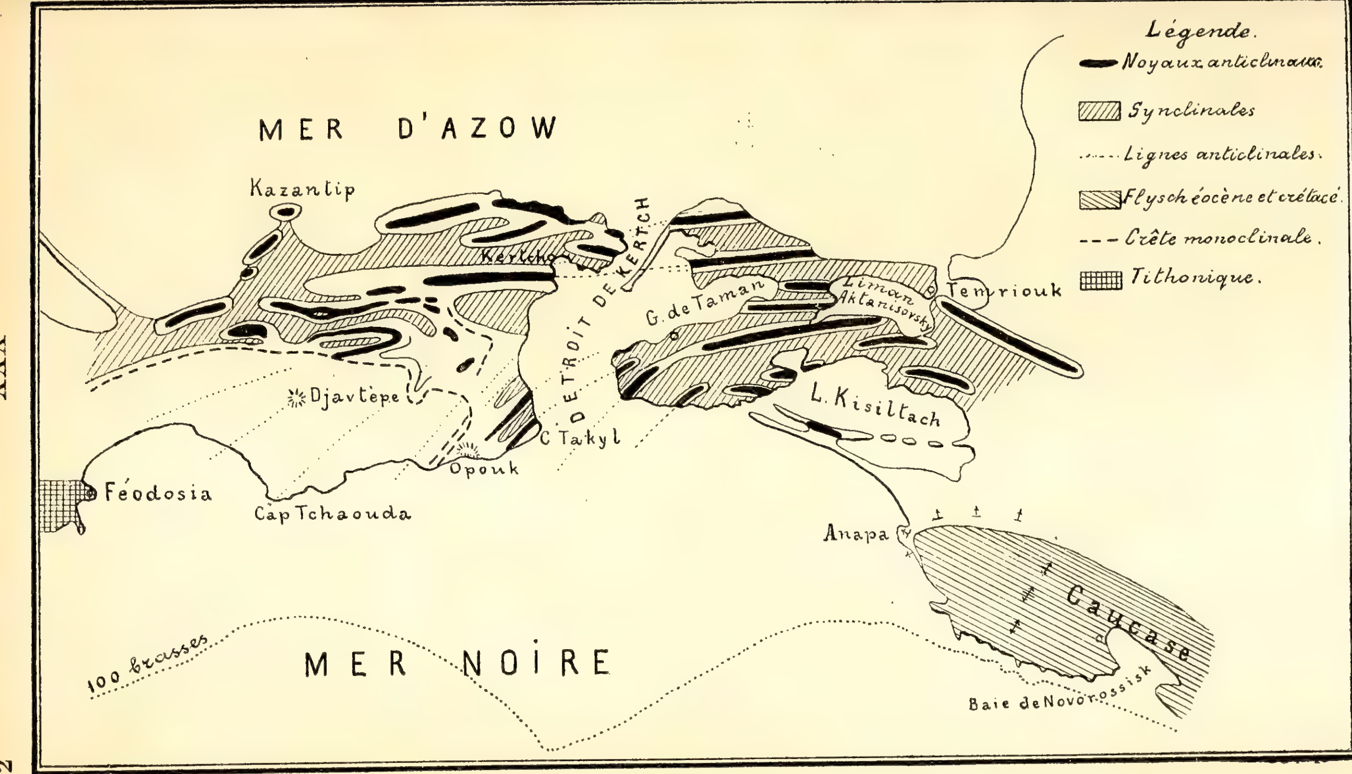
PAR

N. ANDROUSSOW.

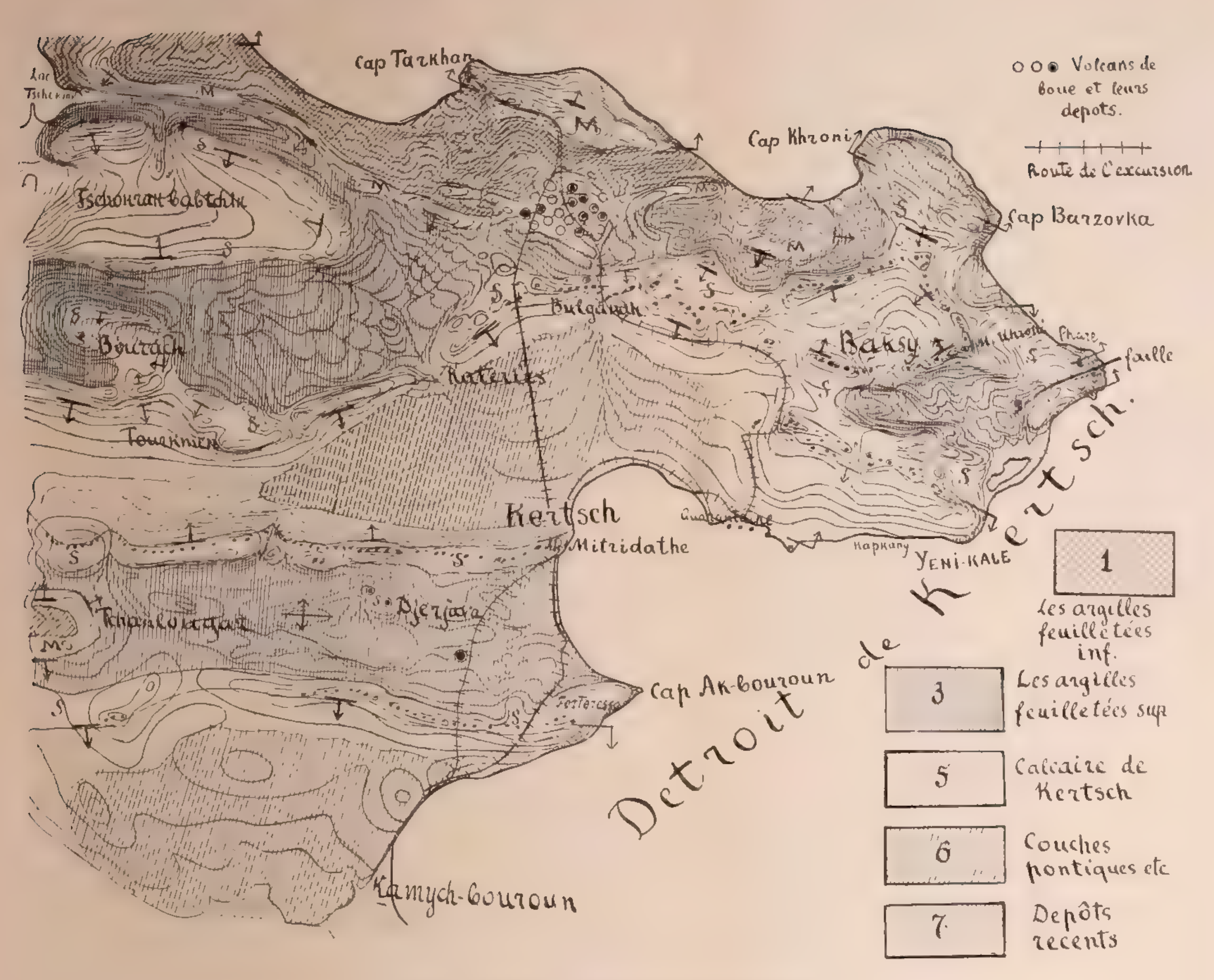
Avec 12 figures.

Topographiquement la péninsule de Kertch est l'extrémité orientale de la Crimée; géologiquement elle se rattache étroitement au Caucase. En effet, les dépôts miocéniques, la base principale de la presqu'île, présentent le même développement pétrographique et paléontologique que le miocène du versant nord du Caucase. Ces dépôts miocéniques sont refoulés en plis qui sont la continuation des plis de la presqu'île de Taman et qui ont apparu à l'époque du soulèvement le plus intensif de la chaîne du Caucase (après l'époque sarmatique).

Les plis, comme le fait voir la carte (fig. 1), sont disposés en demicercle, tourné du côté convexe vers le nord, ou plutôt ils sont serrés



CARTE DES PLISSEMENTS DE KERTCH ET DE TAMAN.



Carte géologique des environs de Kertch.

en faisceau et suivent, sur la presqu'île de Taman, la direction NW—SE, puis E—W. Dans la presqu'île de Kertch ils conservent l'orientation

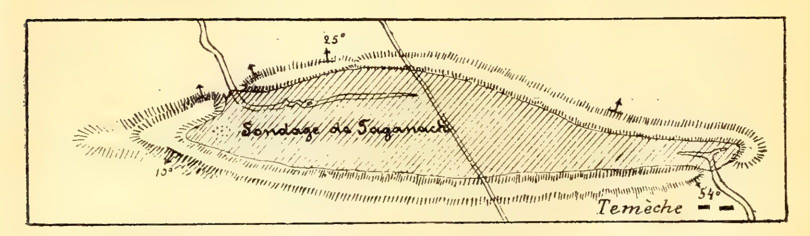


Fig. 2. Plan de là crête ellyptique de Toganach. Hachure oblique — $M_1 a$, arête — $M_2 ba$, espace blanc — $M_3 a$.

E—W dans la partie nord-est, mais au sud et dans toute la moitié occidentale ils tendent à diverger vers le SE. Plus on va à l'ouest, plus le

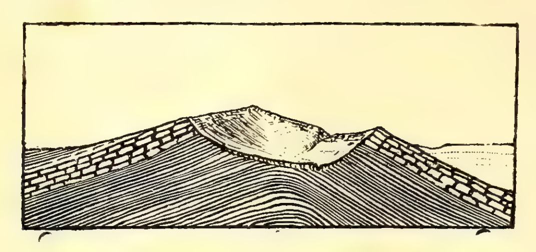


Fig. 3. Coupe transversale de la synclinale de Toganach. $a — M_3 a$, $k — M_2 ba$, $t — M_1 a$.

plissement s'amoindrit pour disparaître entièrement sur le méridien de Féodosia. N. Androussow[1]) explique la direction et quelques autres

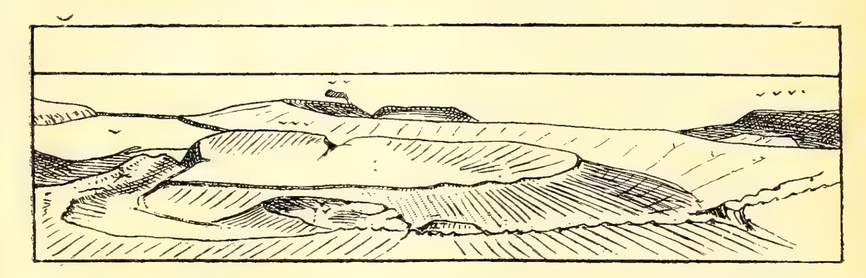


Fig. 4. Vue de l'anticlinale de Mama et des synclinales de Tchokrak-babtchik et de Bourach. ⌣ — Lac de Tchokrak. ⌣⌣⌣ — Cap Zyk. ⌣⌣⌣⌣ — Mama. ⌣⌣⌣⌣⌣ — Cap de Tarkhan. ⌣ — Synclinale de Tchokrak-babtchik. ⌣⌣ — Cuvette de Bourach.

[1]) N. Androussow, Géotectonique de la presqu'île de Kertch (en russe). Matériaux pour la géologie de la Russie. Vol. XVI. 1893.

particularités de ces plis de la manière suivante: A l'époque postsarmatique la péninsule de Kertch aurait formé l'extrémité d'une vaste région de refoulement, comprenant toute la Transcaucasie et une partie du Caucase; le voisinage de la Crimée, restée relativement inerte, aurait produit un fractionnement de la pression latérale et même une direc-

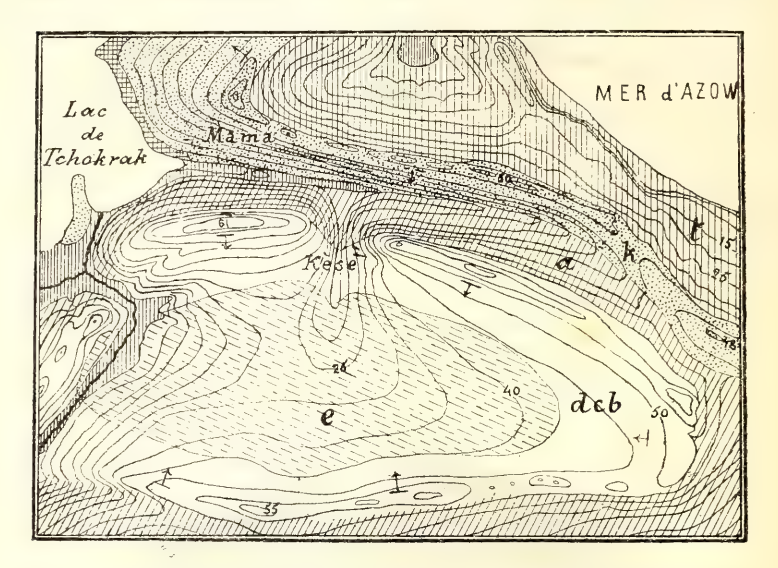


Fig. 5. Carte géologique de la synclinale de Tchokrak-babtchik, avec $t = M_1 a$; $k = M_2 b$; $a = M_3 a$; $dbc = M_3 b, c, d$; $e = MP$. La hachure carrée représente les faluns posttertiaires les plus récents à l'ouest de Mama.

tion inverse à celle du mouvement général. Quant aux autres particularités des dépôts de Kertch, elles seraient la suite du changement fréquent des faciès des assises sarmatiques moyennes.—L'étendue et le but du Guide ne permettent point d'exposer ici les détails tectoniques.

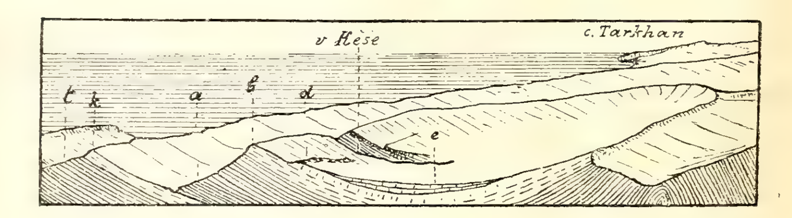


Fig. 6. Vue du profil de la synclinale de Tchokrak-babtchik. Mêmes lettres que sur la figure 5.

Le plissement des dépôts tertiaires de la presqu'île de Kertch a laissé des traces très visibles dans le relief de la surface du sol (la

I.

Faciès marin.	Faciès euxinique.	Faciès caspique.	Faciès d'eau douce.	Couches tertiaires et quaternaires de la presqu'île de Kertch au-dessus de l'étage sarmatique.	Quelques équivalents
				Argiles loessoïdes contenant des coquilles terrestres.	
Quaternaire.	Dépôts quaternaires de la mer Noire.	Cinquième étage pontique		Dépôts coquilliers marins avec restes de *Ostrea adriatica*, *Mytilus latus*, *Venus gallina*, *Nassa reticulata* etc., habitant la Mer Noire. — Dépots coquilliers saumâtres à *Dreissensia polymorpha*, *Cardium* (*Didacna*) *crassum*, *Vivipara* [illegible] etc.	Dépôts aralo-caspiens. Couches de [illegible] et de [illegible] en Bessarabie. Eaux d'[illegible] de Gallipoli
Plioc. marin. sup.	?	Quatrième étage pontique.	Couches levantines de l'Autriche-Hongrie.	? Sables d'Adjibai. ? Sables d'Aktary-Kodjalki. Sables et argiles, qui recouvrent les couches ferrigineuses de Kamych-bouroun, de Kertch etc. (I_4) — Couches du cap Tchaouda (un lambeau isolé) *Dreissensia polymorpha*, *Tschaudae*. *Cardium crassum*, *Caspium*, *Tschaudae*.	Couches de Gallipoli avec *Dreissensia* [illegible] etc. Couches de Bakou (étage [illegible])
Pliocène marin inf.	Intercalations saumâtres en Italie.	Troisième étage pontique.		P_2. Couches supérieures de Kamych-bouroun. *Dreissensia rostriformis* Desh., „ *angusta* Rous., „ *iniquivalvis* Des., „ *Huoti* Andrus., „ *decipiens* May., „ *Theodori* Andrus., *Dreissensiomya Fuchsi* Andrus., *Pisidium globulu* Bay. *Cardium acardo* Desh., „ *edentulum* Desh., „ *Tamanense* M. Horn., „ *Duboisi* May., „ *multistriatum* Rous., „ *Gourieffi* Desh., „ *crassatellatum* Desh., „ *angusticostatum* Rous. *Cardium planum* Desh., „ *alatoplanum* Andrus., „ *Panticapaeum* R. H., „ *nodulare* Rous., „ *subsquamosum* Andrus., „ *Bayerni* R. Horn., „ *squamulosum* Desh., „ *macrodon* Rous. *Valenciennesia* [illegible], *Vivipara* [illegible], „ [illegible], *Limnaea* [illegible], *Zagrabica* [illegible], *B*[illegible], *Neritodonta* [illegible]	Couches d'Apcheron à *Cardium intermedium* [illegible]. Couches à Psilodons de Roumanie. Couches de Podgora, Ouest, Valachie à *Dreissensia* *Stefanescui* etc. en Roumanie. Argiles rouges de la Crimée
Equivalents purement marins inconnus.	?	Second étage pontique.		P_1. Couches inférieures de Kamych-bouroun. Faciès à *Congeria subcarinata* (Faluns de Kamych-bouroun, Sables gris de Kiten, calcaires caverneux de Kertch, d'Ossovino etc.). *Dreissensia rostriformis*, „ *anisoconcha*, „ *Theodori*, „ *angusta var.*, *Congeria subcarinata*, *Dreissensiomya aperta*, *Cardium carinatum*, „ *subdentatum*, „ *Bayerni*, „ *depressum*. *Cardium squamulosum*, „ *planum*, „ *Steindachneri*, „ *carbulinides*, „ *ovatum*, „ *subcarinatum*, „ *semisulcatum*, *Valenciennesia annulata*, *Vivipara achatinoides*, *Melanopsis*. — Faciès à *Cardium Abichi* (marnes et argiles à *Valenciennesia*, sables fins de Kamych-bouroun etc.) *Dreissensia rostriformis*, *Congeria subrhomboidea*, *Cardium subsquamosum*, „ *Bayerni*, „ *Abichi*, „ *Steindachneri*, „ *pl. nov. sp.* *Valenciennesia annulata* Rous.	Calcaire de Schiraz [illegible]. Couches à *Valenciennesia* de Schemacha. Calcaire des steppes d'Odessa. Couches [illegible] avec [illegible] des [illegible] de Kamych-bouroun et des couches à *Valenciennesia* en Roumanie. Couches à *Congeria rhomboidea* de Zagreb, de Szegzárd etc.
	Étage méotique.	Premier étage pontique.		MP. Calcaire de Kertch. 3. Assise supérieure à *Congeria novorossica* Sinz., *Neritodonta simulans*, *Paludina* [illegible], *Micromelania* [illegible], *Valvata variabilis* etc. 2. Assise moyenne à *Congeria panticapaea* Andrus., *Scrobicularia tellinoides*, *Hydrobia* var. sp., *Paludina* [illegible], *Micromelania bosphorana* etc. 1. Assise inférieure (Calcaire de Kertch proprement dit) à *Modiola volhynica*, *Venerupis Abichi*, *Dosinia* [illegible], *Scrobicularia tellinoides*, *Lucina pseudonivea*, *Ervilia minuta*, *Cerithium rubiginosum*, *disjunctum*, *Rissoa subinflata*.	Couches méotiques de la Crimée, de Nikolaiew, d'Odessa, de la Bessarabie et de la Valachie. Couches de Radmanest, Kup etc. Couches à *Congeria* [illegible] de la [illegible] Vienne. Couches de Lanzenfeld. Couches à *Congeria* [illegible]. Marnes blanches de la Croatie
Étage sarmatique.				Calcaire à bryozoaires (*Membranipora lapidosa*) assise supérieure de l'étage sarmatique. Voir II	Étage sarmatique

géomorphologie), tant à cause de l'âge peu reculé des plis que, surtout, par suite de l'alternance de sédiments calcaires et argileux. Les effets de l'érosion ont fait ressortir les dépôts calcaires en chaînes, s'allongeant tantôt en hémicycles, tantôt en fer à cheval et même en ellypses fermées. Il n'est donc pas rare de voir des exemples classiques de vallées fermées, anticlinales ou synclinales, telles que la vallée anticlinale de Toganach, à 25 kilom. vers l'ouest (fig. 2—3) et la vallée synclinale de Tchokrak-babtchik (fig. 4—6) à 9 kilom. vers le NW de Kertch.

On trouvera la description détaillée de l'orographie de la presqu'île de Kertch dans l'ouvrage suscité de N. Androussow.

Les trois tableaux synoptiques suivants font voir la constitution du terrain:

Le tableau I—montre les dépôts au-dessus de l'étage sarmatique quant à leur classification et leur parallélisme.

Le tableau II—donne les subdivisions de l'étage sarmatique qui s'observent dans la presqu'île de Kertch.

Le tableau III—montre la succession des couches au-dessous des sarmatiques.

Excursion géologique aux environs de Kertch.

La ville de Kertch est située au pied du mont Mithridate, la pointe orientale d'une longue chaîne, constituée par des dépôts sarmatiques plongeant au N (M_3 *a—d*). La ligne de faîte est formée de calcaire bryozoaire (M_3 *d*).

Première moitié de l'excursion.

Départ en voitures le long de la baie de Kertch à travers le faubourg Novy-Karantine. Arrêt au kourgan à l'extrémité orientale du faubourg. Vestiges d'un horizon à minerai (P_2) sous forme de grains pisolitiques. La falaise de peu de hauteur permet de voir des couches à faible inclinaison EW d'un calcaire très caverneux, altéré par les eaux atmosphériques (P_2), avec empreintes et moules de *Congeria subcarinata, Cardium macrodon, planum, carinatum.* Plus bas, sous les éboulis de calcaire, apparaît çà et là une argile schisteuse grise à *Cardium Abichi.*

Après l'examen de cette coupe qui donne une première idée des couches dites pontiques, on se rendra en voitures, contournant les murs de la Karantine, à la falaise située à l'est de la première (voir fig. 7—8).

Immédiatement derrière les murs de la Karantine qui entourent plusieurs grands rochers de calcaire bryozaire, un gros rocher carac-

---

[1]) Les alentours de Kertch ne présentent pas de formes orographiques aussi marquées; les géologues, qui désireraient en prendre connaissance, sont invités à une excursion spéciale avant ou après l'excursion principale (voir p. 15).

II.

Couches sarmatiques de la presqu'île de Kertch (M_3).

d. Calcaire à bryozoaires (*Membranipora lapidosa* Pall).	
c'. Argiles feuilletées grisâtres et brunâtres avec gypse. Marnes à ciment et argiles feuilletées grisâtres à *Mactra caspia* et *Cetotherium*. Nodules manganésifères. Argiles feuilletées blanchâtres à diatomacées et empreintes de *Clupeides*.	*c''.* Calcaire oolithique de Kez à *Mactra caspia*. Sables d'Opouk à *Mactra caspia*.
b' Faciès sableux et calcaires clastiques. *Mactra Fabreana, Tapes gregaria, Modiola navicula, Donax Hörnesi, Solen subfragilis, Cardium obsoletum, Fittoni, Döngingki* etc, *Nassa duplicata, Trochus Omaliusii, Voronzovi, Bulla lajonkaireana, Rotalia, Nonionina* et *Polystomella* en abondance.	*b''.* Faciès marneux et calcaires à Vincularia. *Mactra podolica, Tapes vitaliana, Modiola navicula, marginata, Denysiana, Cryptodon pes anseris May., Cardium obsoletum, Barboti, Loveni, Trochus pl.* sp., *Acmaea, Phasianella Kischeneviae, Delphinola squamoso-spinosa,* Plusieurs Bryozoaires, *Vertebralina sarmatica.*
a. Argiles feuilletées brunes foncées, avec concrétions de sphérosidérites. Les coquilles des mollusques sont petites, fragiles et transparentes. *Tapes Vitaliana, Mactra* cf. *podolica, Ervilia podolica, Cardium protractum, Nassa Verneuili, Syndesmya* sp., *Bulla lajonkaireana, Trochus* sp. etc.	

III.

Couches au-dessous de l'étage sarmatique.

M_2b. Couches à *Spaniodon* (calcaire, grès, sables et argiles avec *Sp. Barboti, Mohrensternia* sp., *Pholas* sp., *Pectinariopsis*). M_2a. Calcaire de Tchokrak. Faciès α): Calcaire détritique et sables à *Lucina Dujardini, Ervilia praepodolica, Donax tarchanensis, Cardium multicostatum, Rissoa, Tapes taurica, Nassa Dujardinii, Cerithium Catleyae, Trochus.* Faciès β): Calcaire à Bryozoaires. *Balanus, Avicula, Pecten, Arca, Chama, Venerupis.* Faciès γ): Argiles verdâtres à *Spirialis*, petites *Leda, Nassa restitutiana*	Couches à *Spaniodon* d'Oust-ourt, du versant septentrional du Caucase, de la Crimée, de Melitopol et de Varna (Bulgarie). Sables des Gouv. de Stavropol et de Kouban (faune du faciès α). Calcaire à *Acetabularia* du monastère de St. Georges. Une partie des grès de la synclinale d'Alkhan-Tchourt. Grès et argiles au-dessous du sarmatique au Daghestan. Couches de Varna.	Miocène marin supérieur de Volhynie, Podolie et Galicie. Seconde étage méditerranéen du bassin de Vienne.
Argiles feuilletées inférieures, M_1. Partie supérieure, parfois avec minces couches à *Pecten denudatus, Ophiurides* et *Spirialis tarchanensis.* *Ol.* Parties moyenne et inférieure, très puissantes, sans fossiles.	Argiles de l'Alma (Crimée) avec une faune tongrienne. / Manque (?) dans le reste de la Crimée. Argiles feuilletées avec écailles de *Meletta* du versant septentrional du Caucase.	Ces argiles semblent représenter tout l'Oligocène et la partie inférieure du Miocène.



Fig. 7.

téristique de même nature *(A)* fait saillie dans la mer. Des rochers semblables plus ou moins grands s'élèvent dans la mer *(C, D, E)* ou saillissent de la côte vers l'est *(B, F, G, H)*. Tous ces rochers sout disposés sur une ligne qui semble être la continuation de la crête Mithridate. Le calcaire bryozoaire non stratifié, très poreux, est formé en plus grande partie de colonies métamorphosées, ramifiées et crépues de *Membranipora lapidosa*. Le rapport mutuel du rocher *F* et des assises de l'étage méotique qui constituent l'escarpement à partir de la Karantine jusqu'à la ville de Yénikalé, semble indiquer que la forme actuelle des rochers est due non seulement à l'érosion marine, mais aussi à leur configuration primitive irrégulière. C'est surtout dans le petit rocher *B*, qui a gardé en partie sa surface primitive, qu'on aperçoit l'irrégularité du plan de contact du calcaire bryozoaire et des dépôts méotiques. L'intérieur du rocher *d* (fig. 8) est composé de colonies crépues de *M. lapidosa*; l'extérieur est parsemé de petites éminences hémisphériques ou mamelonnées, formées par des accumulations laminaires de la même *Membranipora* et hérissées de petits *Spirorbis* et de *Mya cimmeria* Andrus. perforée.

Au-dessus de ces argiles brunes l'étage méotique se développe de la manière suivante:

1) argiles brunes;
2) marne calcaire blanchâtre à *Scrobicullaria tellinoides* Sinz. et strates intercalées d'argile;
3) calcaire sableux, riche en fossiles méotiques (voir le tableau I).

Entre les rochers *A* et *F* les couches de l'étage méotiques *(MP)* présentent un léger pli synclinal. Un pli semblable entre les rochers *G* et la ville de Yénikalé laisse de plus apercevoir l'horizon moyen de l'étage (MP_2) près du village Kapkany.

De là les voitures mèneront les excursionnistes au Kourgan Impérial (Tsarsky Kourgan), l'un des tumulus les plus remarquables de la presqu'île de Kertch. Avant d'y arriver on rencontrera plusieurs carrières, dont les unes exploitent les mêmes calcaires poreux jaunâtres qu'on a vus au bord de la mer, d'autres des calcaires méotiques. — Ces carrières ne seront visitées que si le temps le permet.

Du Kourgan Impérial on voit à ses pieds la plaine de la vallée synclinale de Kertch, limitée au sud par la Crête Mithridate et la mer, au nord par les chaînes des collines de calcaire bryozoaire, Katerless et Boulganak. La direction générale de l'axe synclinale est E—W.

Du Kourgan, aux carrières d'Adjimouchkaï. Ces importantes carrières exploitent l'horizon inférieur du calcaire méotique.

Après un arrêt suffisant pour prendre connaissance du caractère de ce calcaire de construction, on se rendra au village Boulganak en suivant la base d'une arête de calcaire bryozoaire, qui s'étend entre les villages Skala et Boulganak. Le long de la route affleure un calcaire de construction (MP_1) plongeant vers SSW. Les rochers de calcaire bryozoaire se ramifient vers les vallons particularité qui n'est pas rare dans cette contrée.

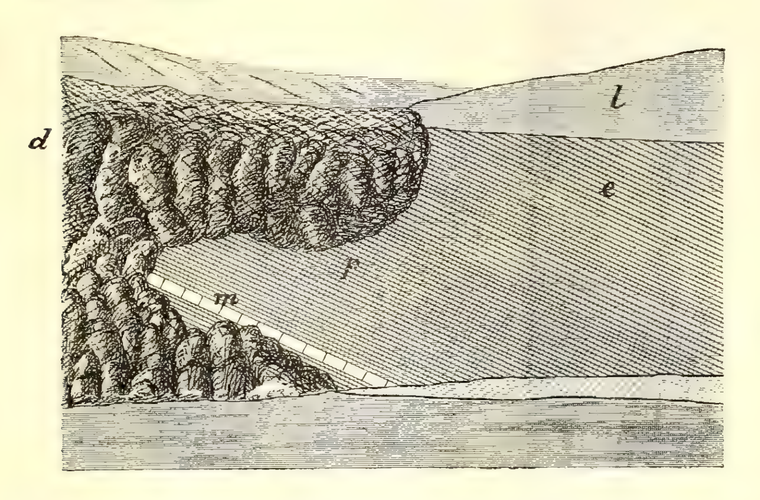


Fig. 8. *d*—calcaire à Bryozoaires; *e*—argiles feuilletées brunâtres avec des restes de poissons, des oiseaux et des diatomées; *m*—une couche mince avec des coquilles de *Modiola volhynica* et petites colonies de *Membranipora*; *l*—dépôts superficiels.

Le village Boulganak est situé dans une profonde gorge qui coupe transversalement l'arête bryozoaire et les assises sarmatiques du dessous. Du S au N on remarque les couches suivantes:

1) Dans les carrières à l'entrée de la gorge: du calcaire de construction (MP_1).
2) Plus loin et plus haut: du calcaire à bryozaires (M_3d).
3) Les argiles schisteuses de couleur claire (M_3c) au-dessous du calcaire n'affleurent pas; la gorge s'élargit, mais bientôt elle se rétrécit de nouveau et traverse l'axe de l'arête
4) des calcaires (M_3b) à faune sarmatique. Au-delà des calcaires la gorge entre dans la région de la vallée anticlinale de Tarkhan et se ramifie. Les horizons disposés au-des-

sous de M_3b s'observent à plusieurs points de la gorge principale et des branches.

Après le banc M_3b viennent des argiles schisteuses, çà et là avec couches intermédiaires de marne ferrugineuse à *Modiola volhynica, Cardium protractum* etc. (M_3a) Dans un des ravins latéraux vers le nord affleurent des argiles sshisteuses avec couches intercalées de marne, contenant en abondance *Spanodion Barboti* Stuck.; près de la région des volcans de boue se montre une couche de calcaire marneux tendre, blanchâtre, à *Leda fragilis, Nassa restitutiana* Font., *Cerithium scabrum* Ol. etc.

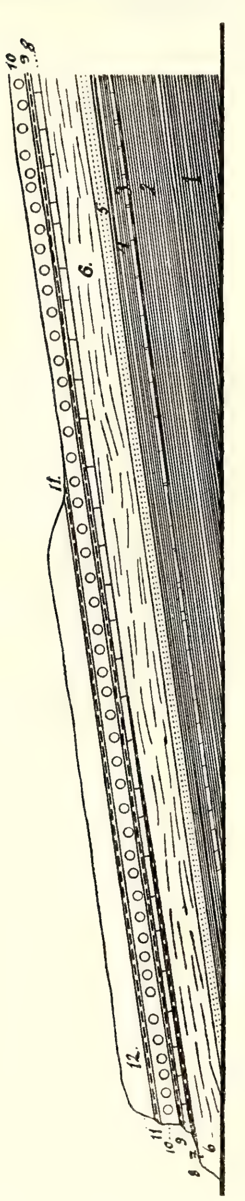


Fig. 9.

Les volcans de boue de Boulganak (Boulganakskia sopki) occupent une dépression plate en forme d'assiette, large à peu près d'une verste, à la partie supérieure de la branche principale de la gorge. Le sol, presque dépourvu de végétation, est formé d'une argile poreuse d'un brun clair (le produit des éruptions) et de fragments de diverses roches (cornéenne, calcaire, sphérosidérite, transformé en fer oligiste, grès cristallin). Sur cette plaine, bordée tout autour de parois assez escarpées, sont disséminés des cratères de forme très variée; les uns, au cône à peine apercevable, sont remplis de boue liquide (un des cratères a 15 m. de diamètre); les autres, au nord de la plaine, au cône plus pointu et à la bouche plus étroite, sont remplis d'une boue épaisse qui durcit avec une texture celluleuse. La boue fraîche, d'un gris de cendre à l'état sec, devient avec le temps jaune ou brune.

De là l'excursion se dirigera sur la colline de Tarkhan au bord septentrional de la vallée du même nom. La pointe occidentale de cette élévation, appelé „Cap Tarkhan" (myss Tarkhan), offre une magnifique coupe des plus anciennes assises de la péninsule. La succession des couches est représentée sur la fig. 9.

1) Argiles schisteuses foncées feuilletées.
2) Argiles schisteuses d'un gris foncé.
3) Couche intermédiaire d'une marne

dure de couleur grise foncée, contenant *Spirialis tarchanensis, Ostrea cochlear., Pecten denudatus,* petites et minces *Leda, Nucula placentina, Cryptodon sinuosus, Turbonilla, Aporrhais, Philine* et débris d'Ophiurides.

4) Argiles schisteuses semblables à celles du № 2, avec veines de FeS_2.

5) Minces lits alternants d'argile schisteuse d'un gris foncé, de sable gris très fin et de détritus de coquilles. Ces couches renferment les mêmes coquilles que № 6.

6) Alternance de sables et de détritus de coquilles, transformé par endroits en calcaire dur. D'abondants *Pecten gloria maris* Dub., *Cardium subhispidum* Hilb., *multicostatum* Br., *Corbula gibba* Ol., *Leda fragilis* Chem., *Mactra* nov. sp., *Ervilia praepodolica* nov. sp., *Donax* sp., *Cerithium Cattleyae* Baily, *scabrum* Ol., *Nassa restitutiana. Trochus* nov. sp. etc.

7) Argile verdâtre à *Spirialis*, sableuse vers le haut de l'escarpement.

8) Marne sableuse d'un gris blanchâtre.

9) Argile verdâtre avec *Spirialis Androusovi* Kittl., minces *Leda, Cryptodon sinuosus, Tellina* sp., *Nassa restitutiana.* Vers le haut de l'escarpement l'argile devient marneuse.

10) Masses hemisphériques de calcaire bryozoaire à *Pecten gloria maris, Arca turonica* var., *Avicula* sp., *Balanus* etc., dont la plupart ne se rencontrent pas dans les dépôts sablo-calcaires enveloppant ces masses.

11) Argile grise verdâtre à *Spirialis* etc.

12) Calcaire sableux très schisteux.

Retour à Kertch, d'abord par le chemin de la métairie de Tarkhan (Khoutor Tarkhan), puis droit au sud, en passant devant le groupe des volcans de boue de Tarkhan (Tarkhanskia sopki).

Ce groupe ne sera visité que si le temps le permet. Les cônes, situés sur l'axe anticlinale, à une verste vers l'ouest de ceux de Boulganak, sur une colline plate, présentent un grand nombre de cratères, qui rejettent assez fréquemment de la boue, mêlée de fragments de diverses roches, attaquées par les eaux volcaniques.

Au sud des cônes le chemin franchit une des collines de calcaire bryozoaire, atteignant ici jusqu'à 90 m. au dessus du niveau de la mer, pour descendre dans la vallée synclinale de Kertch. Là on ne rencontrera qu'un seul affleurement, dans le faubourg Glinichtché, aux carrières profondes d'argiles loessiformes.

Les couches qui séparent ces argiles de la surface des assises méotiques n'étant dénuées qu'à quelques rares points, on n'a pu se former une idée de leur disposition que grâce à plusieurs sondages, exécutés dans le but de trouver de l'eau.

Voici le schème des assises de la cuvette de Kertch, obtenu par les forages:

1) Argiles loessiformes—10 à 20 m.
2) Alternance d'argile plastique bleue, d'argile grise claire, d'argile verdâtre, de sables quartzeux jaune, gris et blanc—20 à 40 m.
3) Fer oligiste et argile ferrugineuse avec couches coquillières intercalées (comme à Kamych-bouroun)—4 à 10 m.
4) Strates correspondant aux couches inférieures de Kamych-bouroun, d'une composition très variée (argiles marneuses ou sableuses et calcaire)—10 à 40 m.
5) Calcaires appartenant surtout à l'étage méotique[1]) — plus de 30 m.

Seconde moitié de l'excursion.

La seconde moitié de l'excursion a pour but principal de prendre connaissance des couches disposées au dessus de l'assise inférieure du calcaire méotique et particulièrement de la falaise de Kamych-bouroun, célèbre par sa richesse en fossiles.

L'excursion se dirigera d'abord par la route de la forteresse au cap d'Ak-bouroun. Jusqu'à la fabrique de ciment Zeidler la chaussée suit la plage, ayant à la droite un étang salin; à partir de la fabrique commencent des escarpements peu élevés, constitués vers le haut par une argile loessiforme, vers le bas par des argiles schisteuses brunes (M_3a) plongeant au *S*, avec inclusions de concrétions lentillaires de sphérosidérite. Rarement dans les argiles, plus souvent dans les concrétions, on observe des restes de menues coquilles sarmatiques (*Modiola navicula, Cardium protractum, Mactra* sp.). Près du tunnel d'Ak-bouroun les argiles schisteuses sont surmontées d'une strate de calcaire coquillier jaune avec *Mactra Fabreana, Cardium Döngingki, Trochus Omaliusi*, recouverte d'une alternance d'argile schisteuse gris foncé et de marnes argileuses gris clair à *Mactra Fabreana, Cardium obsoletum, C. Barboti, Nassa* var. sp. etc. (M_2b_2). En dessus suivent des marnes argileuses gris clair à *Card. obsoletum* (M_2b_3). Le haut du cap est formé d'argiles schisteuses blanches très laminaires, sans coquilles.

Du tunnel on montera la chaussée jusqu'au Fort de Totleben, où elle franchit la crête d'Ak-bouroun. La crête est formée par une ligne de collines de calcaire bryozoaire, dont un affleurement, en plus grande partie artificielle, près du Fort, permet de voir la constitution du S au N (fig. 10).

M_3a Argile schisteuse de couleur foncée.

M_3b 1) Calcaire jaune comme à l'Ak-bouroun, mais plus épais.
Alternance d'argile brune et de minces lits de calcaire, avec empreintes de *Cardium Loreni* Nordm.

---

[1]) Pas un seul des forages n'a atteint la base de l'étage méotique.

2) Marnes argilo-sableuses avec coquilles *(M. Fabreana, C. obsoletum*, etc.), strates intercalées de gypse et d'argile sableuse.

M_3c 1) Argile gris clair, finement feuilletée, avec restes de poissons et diatomées.

2) Plusieurs couches de marnes à ciment *(cm)* avec empreintes de *Mactra caspia* Eichw., alternant avec des argiles schisteuses d'un gris clair. Dans un des lits de l'argile schisteuse on a trouvé des concrétions de manganèse, semblables à celles du fond des océans, et des ossements de baleine *(Cetotherium)*.

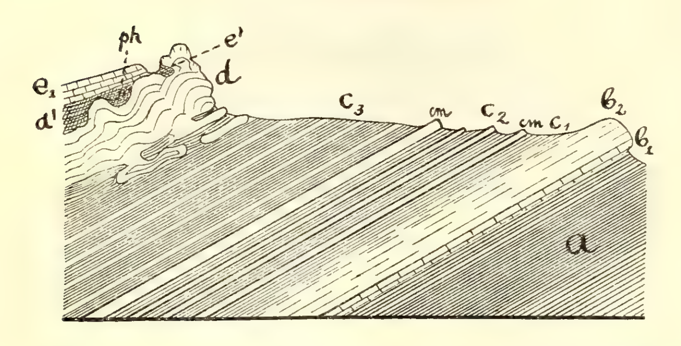


Fig. 10. Crête d'Ak-bouroun (Youz-oba): *d'* — argiles bleuâtres; *ph* — couche avec ossements de *Phoca pontica*; *e'* — une poche dans le calcaire à bryozoaires, remplie de calcaire méotique. Pour les autres signes, voire le texte.

Des argiles schisteuses (c_3) d'une teinte plus foncée (grises ou rougeâtres), gréseuses ou micacées, séparant les marnes à ciment des calcaires bryozoaires (M_3d) qui les recouvrent, sont cachées sous les formations près de la surface du sol.

Le rocher M_3d, devant lequel passe la route, est très instructif: il donne une idée sur quantité de détails de structure du calcaire bryozoaire; contre son côté sud vient s'appuyer un banc de calcaire méotique contenant les fossiles habituels e_2.

Ce calcaire *d*, qui constitue tout le versant sud de la crête d'Ak-bouroun, se voit très bien dans les escarpements entre le promontoire Pavlowsk et Kamych-bouroun.

A la descente Voronow (Voronovsky spousk) on aperçoit la partie moyenne de l'étage méotique reposant sur un calcaire méotique compact à *Cerithium disjunctum, Dosinia exoleta* etc.

Le terrain entre Voronovsky spousk et le village Kamych-bouroun présente les couches suivantes (fig. 11 et 12):

e_1 Calcaire méotique compact, renfermant les fossiles mentionnés plus haut. Mince couche de marne blanche (*pl*) à *Ostrea*

sp., *Venerupis Abichi*, *Planorbis*, *Lymnaea* et dents de *Chrysophrys* vient le séparer du

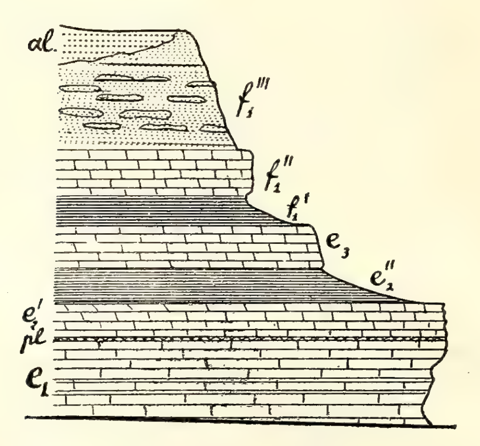


Fig. 11. Stary Karantine.

e_2^I Calcaire oolithique d'un blanc sale, recouvert par un autre de couleur jaunâtre à *Congeria panticapea* Andrus., *Scrobicularia tellinoides* Sinz., *Littorina praepontica* Andrus., *Hydrobia*, *Pyrgula* et *Micromelania*.

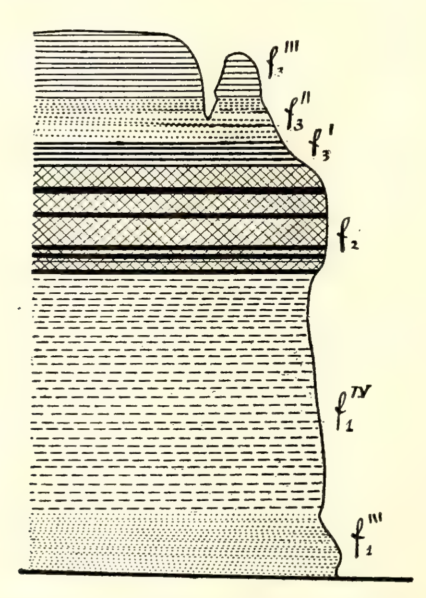


Fig. 12. Falaise de Kamych-bouroun.

c_2^{II} Argiles marno-sableuses avec lits intercalés de sable coquillier; même faune que la précédente et abondants restes de poissons.

c_3 Calcaire blanc à *Congeria novorossica* Sinz., *Neritodonta simulans* Andrus., *Rygula, Micromelania, Sandria atava* etc.

f_1^{I} Marne sableuse très schisteuse à *Card. Abichi* R. Hör.

f_1^{II} Calcaire jaune compact à *Congeria subcarinata, Card. subcarinatum* Derb. etc.

f_1^{III} Grès gris tendre, avec concrétions marneuses plates dans la partie inférieure et *Cardium Abichi* R. Hörn., *subsyrmicuse* Andrus., *Bayerni* R. Hörn., *Steindachneri* Brus., *Dreissensia rostriformis, Valenciennesia annulata* Rouss.

f_1^{IV} Lit coquillier („faluns" d'Abich). Entassement immense de coquilles, de préférence *Cardium*, faiblement liées par de la carbonate de chaux ou par une argile rougeâtre. Des infiltrations d'oxyde de fer ont donné à l'horizon supérieur une teinte de rouille. (Voir la liste des coquilles dans le tableau synoptique № 1).

f_2 Argiles ferrugineuses d'un rouge brunâtre, alternant avec fer oligiste et lits intercalés de coquilles très bien conservées, souvent assez grandes (en voir la liste tab. synoptique № 1).

f_3^{I} Argiles sableuses brunes.

f_3^{II} Sables quartzeux jaunes.

f_3^{III} Argile plastique bleuâtre.

Remarque.

Remarque. L'excursion générale ne disposant que de 1 à 1½ jours pour prendre connaissance des environs de Kertch, il a été impossible d'arranger le programme de manière que les diverses cathégories de dépôts tertiaires de la presqu'île puissent être observées aux coupes les plus favorables. Il sera même assez difficile de réaliser le programme proposé dans un jour, vu les fréquentes pluies d'automne et les chemins devenus mauvais. Mr. Androussow se permet donc d'offrir ses services aux personnes qui désireraient faire des excursions complémentaires dont le temps, la durée et l'itinéraire dépendront des participants.

Voici les points les plus intéressants et les plus accessibles qui pourraient être visités:

Environs du phare de Yénikalé (Yënikalsky mayak). Très beau développement de l'étage sarmatique; calcaire de construction; si possible, dépôts méditerrannéens de la métairie Chépelew; vallée annulaire synclinale Baksy.

Durée 1 jour, distance 36 kilom.

Lac salin de Tchokrak (Tchokrakskoïé solionoïé ozero). Gorge de Katerless. Vallée synclinale de Tchokrak-babtchik. Gorge de Kez—

étage sarmatique. Village Mama—couches à *Spaniodon*. Calcaire de Tchokrak—sources sulfureuses. Lac salin de Tchokrak—lit coquillier posttertiaire marin. Gorge du Tchokrak-babtchik—rapport du calcaire bryozoaire au calcaire de Kertch.

Durée 1 jour, distance 38 kilom.

Cap Takil-bouroun. Kamych-bouroun—extrémité sud de l'escarpement. Rochers bryozoaires d'Eltiguéni. Lit coquillier marin posttertiaire de Tobetchik. Couches méotiques et pontiques de Yanych-takyl. Dépôts sarmatiques de Takil-bouroun. Faille de Takil et apparition de pétrol dans l'étage méditerranéen. Calcaire bryozoaire le long de la Mer Noire. Vallée de Tchonguélek. Dépôts méditerranéens de Saraïmine. Anneau de calcaire bryozoaire de Tchouroubach.

Durée 2 jours, distance 80 kilom.

Excursion dans l'intérieur de la presqu'île. Gorge Kouchaïressy. Anticlinal de Tchaklougar. Anneau anticlinal de Tchokour-séïtuéli et de Karmych-kéletchi. Dépôts sarmatiques et méditerranéens de Petrovsk. Kayaly-sart.

Durée $2^1/_2$—3 jours, distance 96 kilom.

XXXI

ITINÉRAIRE GÉOLOGIQUE

PAR

LE KARA-DAGH

PAR

A. LAGORIO.

Avec 2 cartes et 5 figures dans le texte.

Liste des principaux ouvrages sur les roches éruptives de la Crimée.

Halblitzl. Description physique de la Tauride. St. Pétersbourg, 1785.
Pallas. Tableau physique et topographique de la Tauride. 1795.
Huot. Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée sous la direction de M. A. Démidoff. 1842.
Dubois de Montpéreux. Voyage autour du Caucase etc. 1843.
Romanovsky. Description géologique du gouvernement taurique etc. Journal des mines. St. Pétersbourg. 1867 (en langue russe).
Tschermak. Felsarten aus dem Kaukasus. Miner. Mittheil. 1875.
Stuckenberg. Description géologique de la Crimée. Matériaux p. servir à la géolog. de la Russie. T. V. 1875 (en langue russe).
Lagorio. Vergleichend-petrographische Studien über die Gesteine der Krym. Dorpat. 1880.
Prendel. Les roches cristallines du mont Castel. Odessa. 1886 (en langue russe).
Lagorio. Sur quelques roches massives de la Crimée et leur rôle géologique. Varsovie. 1887 (en langue russe).

Au point de vue orographique la péninsule de Tauride peut être divisée en deux moitiés nettement distinctes: celle du nord — la steppe, celle du sud — la partie montagneuse. Les roches massives d'éruption n'affleurent que dans la dernière. A l'est ces roches apparaissent pour la dernière fois au Kara-Dagh, situé au SW de Féodosie, au bord même de la mer; à l'ouest, au cap Phiolente; au sud, sur le littoral de la presqu'île de Khersonèse. Entre ces points extrêmes les roches massives s'allongent en bandes plus ou moins parallèles à l'arête principale, tant au nord qu'au sud. Au versant nord, à partir du cap Phiolente (proprement dit les premières sorties s'observent quatre verstes plus loin, vers le NW du cap, près de la falaise de couches tertiaires) nous les rencontrons dans une vallée au nord de Balaklava qui s'étend entre la chaussée de Baïdar, la rivière Tchornaïa, les hauteurs Fédioukhin et le mont Gasfort sur lequel se trouve le cimetière de Sardaigne (Sardinskoïé kladbichtché). On y trouve du granite, du porphyre quartzifère et une roche sphérolithique. Plus loin vers le NE, parallèlement à la saillie crétacée, les roches éruptives apparaissent dans les vallées des rivières Bodrak, Alma et Salghir, de même que sur les pentes de leurs faîtes de partage, près de Dongouz-koba, Mangouch, Orta et Youkhari Sobla non loin de Kourtsy. Dans les vallées de la Bodrak, près du village Bodrak, la mélaphyre basique entre, sans la percer, dans la couche néocomienne (fig. 1), fait important pour

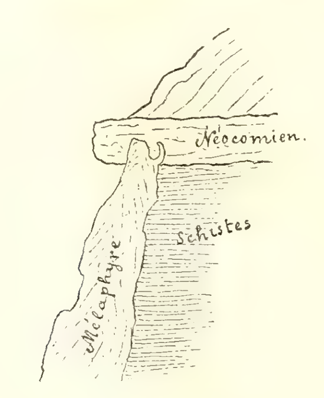


Fig. 1. Dyke éruptif entre Kobosa et Karagatch.

la détermination de son âge. Le long de l'Alma, en remontant la rivière à partir de la saillie néocomienne, on voit d'abord, près de Koboza, les roches basiques; plus loin celles-ci alternent avec des roches plus acides quartzo-dioritiques à pyroxène et encore plus loin, près de Béchoui, ces dernières forment des massifs considérables. Aux environs de Sobla et Kourtsy, le magme des roches éruptives présente le type des roches dioritiques quartzifères à pyroxène, bien que celles-ci soient de composition et structure très variées. Dans la vallée de la

Salghir où ces roches s'étendent au-delà d'Eski-Orda, des roches semblables occupent un espace relativement plus grand. Vers l'E de Simféropol, au sud de Karassou-Bazar, près de Karassou-Bachi, au cours supérieur de la Tounasse, sur la limite des conglomérats néocomiens et plus loin, il y a épanchement de roches dioritiques acides [1]). Toutes les sorties des roches éruptives se trouvent à la hauteur absolue de 0 (Fiolent) à 350 mètres; le niveau moyen est à 200 mètres. Parallèlement à la ligne de ces épanchements, mais plus haut, vers le cours supérieur des rivières et plus près de l'axe de l'arête, il en existe une autre dont les points de sortie se trouvent près du village Kokkoz, situé sur la rivière du même nom tombant dans la Belbek (250 m.), au cours supérieur de la Belbek non loin des villages Biouk et Koutchouk Ouzenbach (450 m.), et au cours supérieur de l'Alma, au-dessus de sa jonction avec le confluent Yappalakh et à la montée sur le mont Tsutsul. Aux premiers deux points ce sont des roches du groupe des porphyrites, assez basiques; aux autres des diorites quartzifères, des porphyrites acides et des kératophyres. Enfin, loin vers l'est, on trouve au nord du Soudak, presque sur la ligne de partage, près du village Soouk-Sou, des épanchements considérables de roches porphyritiques.

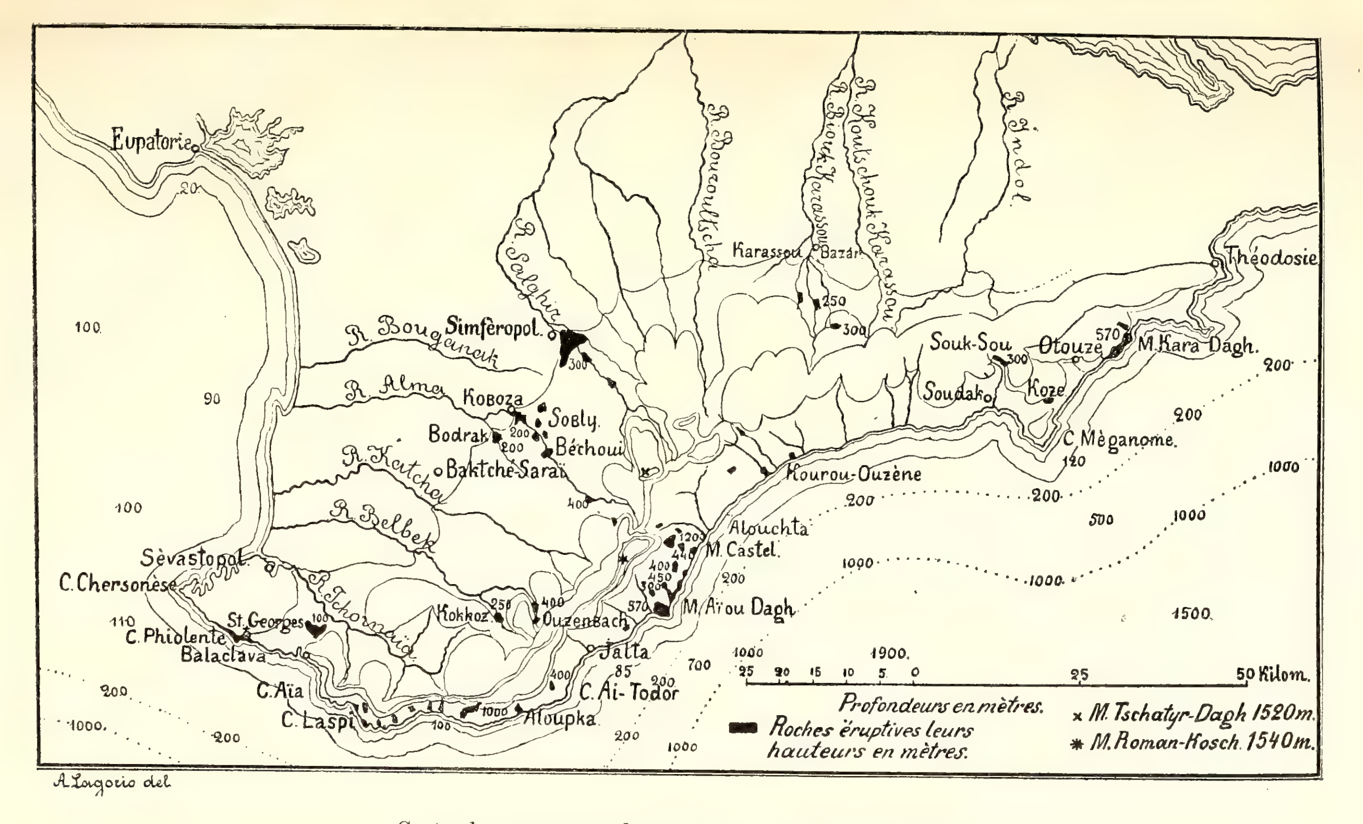
Au versant sud de la chaîne, il y a également une série de nombreux épanchements s'allongeant le long du rivage méridional. Ces épanchements sont particulièrement nombreux et variés entre le cap Laspi et Alouchta. La description en sera faite dans l'itinéraire d'Alouchta à Sébastopol. Ici je ferai observer seulement que dans cette région-ci les roches éruptives atteignent leur plus grande altitude (jusqu'à 1000 mètres au Kikénéïz, et 1200 mt. au Tchamny-Bouroun) et forment les massifs les plus considérables (Aïou-Dagh, Tchamny-Bouroun etc.). Au NE d'Alouchta, entre celui-ci et le Karadagh, elles sont plus rares; je n'en ai trouvé que sur les versants du Démerdji, à proximité de la mer près de Kourou-Ouzen, au cap près de Koutchouk-Ouzen et au Koz, au nord de Méganome.

La petite carte jointe de la partie montagneuse de la péninsule (tabl. I) donnera une idée de la disposition générale des épanchements.

Tous les épanchements se trouvent dans des schistes argileux (jurassiques), sauf près du monastère de St-Georges (cap Phiolente) où leur partie inférieure est en partie dans la mer, en partie recouverte par des éboulis des dépôts tertiaires disposés plus haut.

Les roches éruptives se présentent soit en intrusions considérables de type laccolithique ou franchement laccolithiques, soit en filons, soit enfin en nappes ou coulées. Les nappes sont d'ailleurs rares et ne se rencontrent qu'au Karadagh. Toutes les données semblent prouver que l'époque de leur éruption se rapporte à la fin de la période jurassique ou au commencement du crétacé. En tout cas la petite différence d'âge que l'on peut remarquer fait conclure qù'elles ont paru dans un

[1]) On y a aussi trouvé des schistes cristallins.



Carte du percement des roches éruptives en Tauride.

temps relativement de courte durée (dans l'acception géologique du mot „temps"). L'éruption près du monastère de St-Georges paraît être un peu plus récente que les autres. Les éruptions pendant l'époque crétacée ayant été généralement assez rares, l'âge géologique des roches éruptives de la Tauride offre un intérêt particulier. Comme ces roches possèdent certaines singularités de structure et de composition, je les avais nommées, dans mes publications précédentes, mésobasaltes (mélaphyres), mésoandésites (diorites) etc. Ici j'ai préféré de les rattacher aux groupes connus pour faciliter le lecteur de s'y orienter.

Kara-Dagh.

Cette montagne qui s'avance en cap obtus dans la mer, est située à 4° 54′ long. E du méridien de Poulkowo et à 44° 57′ lat. N. Différents produits d'éruption, laves et tufs, la constituent, les tufs formant la cime principale (575 m.). Des dykes, dénudés par l'érosion, dressent dans toutes les directions leurs crêtes échancrées et pointues au-dessus des tufs et des schistes argileux jurassiques. Ces schistes enveloppent le Kara-Dagh des côtés NW et SW; ils s'observent aussi en plusieurs points sur la pente escarpée, d'un accès difficile, tournée vers la mer (voir la carte) et formée presque exclusivement de masses éruptives. A l'ouest du sommet, les schistes sont recouverts de calcaires jurassiques partiellement marmoréens formant des rochers escarpés d'une hauteur considérable (Sary-Kaïa—506 m., Léguéner—497 m., Ilakly-Kaïa—440 m. etc.) et s'abaissant vers le SW jusqu'au lit de la rivière Otouz. Le Kara-Dagh, produit, fortement érodé aujourd'hui, d'une ancienne éruption (mésozoïque), mérite toute l'attention. En outre c'est le seul endroit en Crimée où le magme s'est étalé en coulées par-dessus la surface.

Descendus du bâteau à vapeur [1]), nous voyons avant tout une large vallée qui s'étend droit devant nous dans la direction W. Le village Koktébel y est situé à 2 kilomètres environ du rivage. Vers le N et le NW de Koktébel, une série de sorties d'une roche basique — du mélaphyre (Navittypus et Olivintholeïttypus Rosenbusch) s'allonge sur les pentes de la vallée [2]). La vallée elle-même est formée de schistes et alluvions. A gauche, parallèlement au bord de la mer, s'étend vers le Kara-Dagh une rangée de collines érodées, basses, mais escarpées, composées des produits de la destruction de diverses roches et d'argiles. Les galets du rivage offrent des amas de différentes espèces de jaspe vert et jaune, de calcédoine, de cornaline et de fragments des roches plus dures, développées au Kara-Dagh.

La route longe la mer jusqu'au cordon-frontière au SW. Au sud du cordon, à partir du ravin descendant à la mer, commencent

---

[1]) Le trajet est calculé avec arrêts de 6 à 8 heures.

[2]) Voir au supplément la description de la microstructure et les analyses.

les affleurements des roches qui constituent la crête longeant la mer en demi-cirque autour du Kara-Dagh. Le côté abrupt de cette crête est tourné vers la mer, la pente douce vers la terre ferme, c'est-à-dire vers l'ouest. La crête s'élève assez rapidement à la hauteur de 300 m. et atteind sa plus grande altitude — 475 m. — en face du Kara-Dagh, situé droit à l'ouest; ensuite elle s'abaisse brusquement vers la vallée érodée de la rivière Otouz, pour se terminer au S par des dykes recourbés, tombant verticalement en formes phantasques et disparaissant dans des schistes au relief arrondi (fig. 5). La longueur de la crête est d'environ six kilomètres.

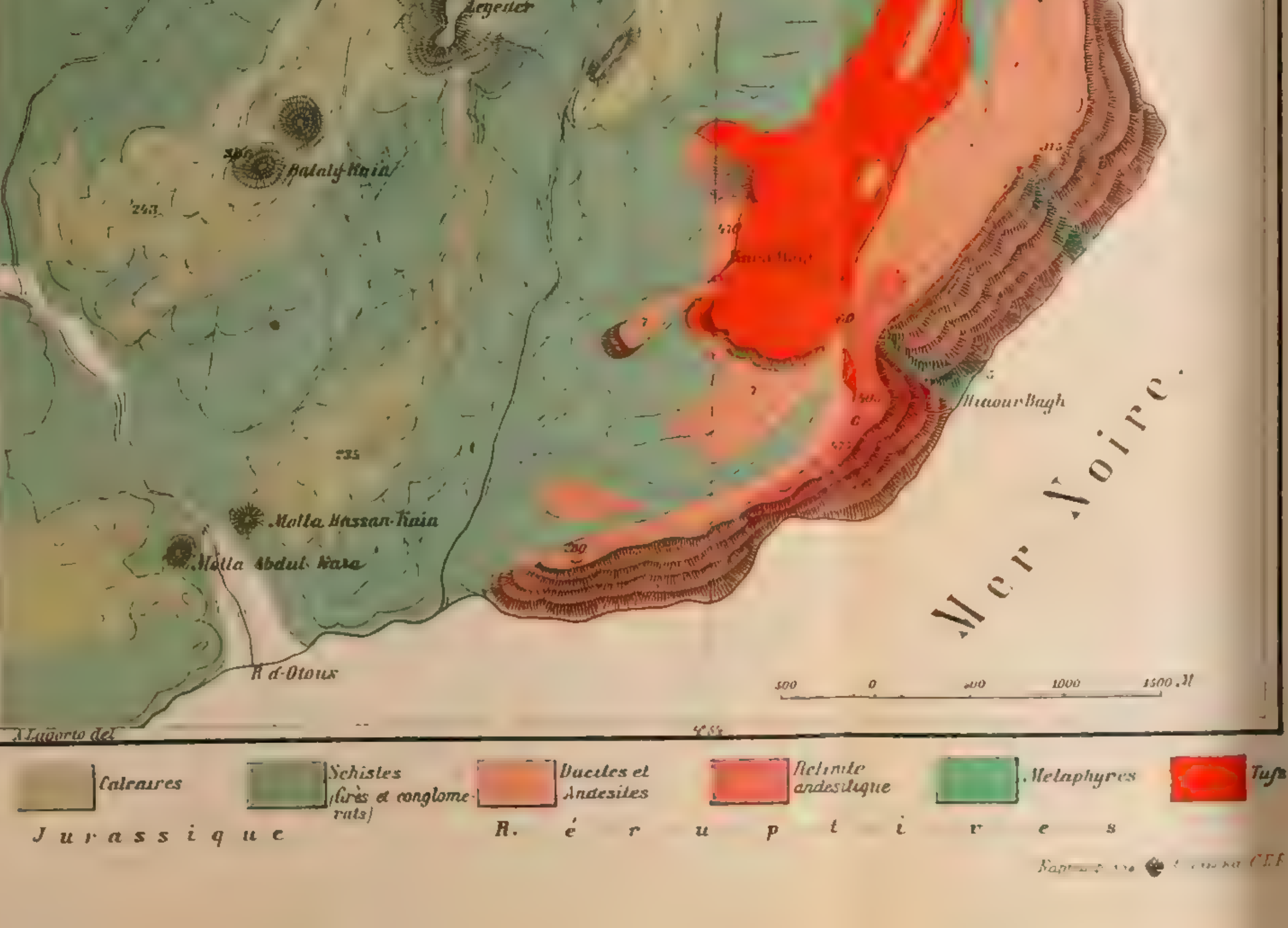
Après avoir contourné le cordon au sud, la route gravit peu à peu le ravin et la vallée par des schistes érodés, des tufs [1]) et des argiles, produit de la décomposition des roches éruptives et d'autres roches. En bas, aussitôt derrière le cordon, se dresse isolément, au sud de la route, un cone éruptif aigu, formé d'andésites assez acides qui ont pour base des tufs souvent silifiés qu'il est parfois difficile à l'œil nu de distinguer des roches éruptives compactes, ainsi que du schiste argileux et du grès (conglomérat). Les andésites se composent de feldspath porphyrique (andésine-labrador), de rare augite d'un vert clair et d'une pâte constituée d'aiguillettes de plagioclase et d'une basis (mésostasis, résidu) vitreuse, trempée de poussière de magnétite.

Au SSW à droite de la pittoresque crête andésitique littorale mentionnée plus haut s'élève devant nos yeux le Kara-Dagh, la cime arrondie en dôme, couverte de bois. Deux chemins conduisent à travers le Kara-Dagh: un—à l'ouest, par une dépression entre les hauteurs calcaires du Sary-Kaïa etc. et le sommet central du Kara-Dagh, l'autre—à l'est—entre celui-ci et la crête littorale. Ces deux chemins dont le second est plus intéressant, mais plus difficile et plus pénible, se réunissent sur la pente sud de la montagne pour descendre vers la mer près de l'embouchure de l'Otouz. Nous prendrons le chemin de l'est. A mi-flanc on voit apparaître au jour, entre des tufs blancs décomposés et des masses désagrégées, des roches de couleur foncée à éclat gras; les variétés métamorphisées sont verdâtres. Ce sont des andésites avec teneur considérable, jusqu'à 71%, en silice, mais sans décrétion de silice libre sous forme de quartz. Les variétés verdâtres silifiées qui contiennent aussi de la calcédoine, offrent une teneur en SiO_2 plus grande, jusqu'à 90%. Dans les roches fraîches elle varie entre 60 et 70%. Le magme est du type dacitique et les roches, bien que partout dépourvues de quartz de première consolidation, doivent être considérées comme andésites et dacites. L'amphibole ne se rencontre nulle part. En revanche on trouve partout une faible quantité d'augite claire verdâtre ou jaunâtre et, rarement, du pyroxène rhombique. A ce niveau ces roches présentent la structure porphyrique avec une pâte de structure hyolopilitique et pilotaxitique (pilotaxitisch et

---

[1]) La présence au Kara-Dagh de tufs a été signalée dans une courte notice par le prince Golitzin.

Carte lithologique du m Kara-Dagh



hyalopilitisch. Rosenbusch), comme d'ailleurs la plupart des roches du Kara-Dagh.

En nous élevant plus haut sur ces roches (principalement tuf métamorphisé blanchâtre ou verdâtre), nous arrivons au faîte (environ 300 m.) qui sépare la pente sud de celle du nord. Un peu avant d'atteindre le faîte, une interruption dans la crête, à gauche, c'est-à-dire du côté de la mer, livre passage à la seule descente accessible dans cette partie de la montagne; ce chemin passe devant un dyke isolé (fig. 2) et se continue en partie par des schistes. Il est borné au sud par



Fig. 2. Dyke isolé d'andésite. Guiaour-Bakh.

un dyke pittoresque d'andésite (dacite) dont les formes échancrées font saillie sur les schistes et les autres roches (fig. 3). D'après les traditions des indigènes il y avait jadis en bas, au bord de la mer, un magnifique jardin avec un palais, qui aurait donné à la localité son nom Guiaour-Bakh (Jardin des infidèles). Jusqu'à nos jours les eaux y sont abondantes et la végétation est très riche.

Tous les dykes, à partir du cordon jusqu'à la pente sud s'abaissant dans la vallée de la rivière Otouz, s'allongent plus ou moins perpendiculairement à la direction de la crête et sont disposés radialement autour du sommet principal du Kara-Dagh. Cette crête forme pour ainsi dire une Somme (Monte Somma) devant le sommet tufier central de la montagne.

Le magme qui constitue les roches de la crête est à peu près partout le même. Au point le plus élevé (300 — 470 m.) le magme était plus acide; mais l'écoulement le plus moderne qui descend de la partie culminante de la crête (475 m.) au-delà de Guiaour-Bakh contient moins de SiO_2 et d'alkali (voir les analyses 6, 6*a*, 6*b*). Si nous portons notre attention sur la structure des roches constituant la crête, nous remarquons qu'au bas, au nord du cordon, les roches sont grossièrement prophyriques, contenant de gros (jusqu'à 0,5 cm.) plagioclases jaunâtres dans une pâte foncée ou grise à texture pilotaxitique, hyalopilitique, le plus souvent trachytoïdale. Dans la partie élevée de l'arête les éléments porphyriques sont plus petits, parfois à peine apercevables; la plupart des roches y présentent une structure sphérolithique et eutaxitique (Eutaxit), et sont riches en basis vitreuse

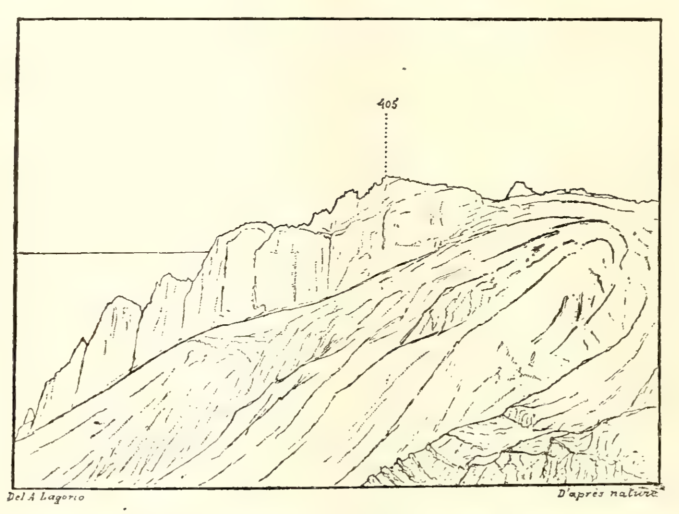


Fig. 3. Grand dyke au S de Guiaour-Bakh.

amorphe. Ainsi par exemple le grand dyke au S de Guiaour-Bakh et d'autres dykes au N, sont formés de dacite sphérolithique. Un écoulement considérable de vitrophyre ou plutôt de rétinite andésitique descend du haut de la crête, derrière le grand dyke et plus au sud, vers la mer et le passage entre la crête et le sommet du Kara-Dagh. C'est une roche noire, vitreuse, à éclat gras et à gros plagioclases porphyriques. En un point du ravin allant vers le sud du passage, le pechstein est en contact avec des blocs calcaires; en d'autres points il disparaît sous les tufs et les produits de la décomposition des roches. Cet affleurement s'étend le long de la partie la plus élevée de la crête sur une distance de plus d'un kilomètre vers le NW de Guiaour-Bakh. La roche est essentiellement formée d'un verre brun foncé, parsemé d'inclusions porphyriques de magnétite, d'augite et de plagioclase (Ab, An_2) (ana-

lyses № 6, 6*a*, 6*b*) et contient jusqu'à 6% de H_2O, étant cependant tout-à-fait fraîche.

Au versant de la crête tourné vers la mer, les roches éruptives alternent par-ci par-là avec des tufs. Elles sont toujours fortement décomposées à la surface; souvent elles renferment des sécrétions de calcédoine, de jaspe jaune ou vert, de séladonite d'un vert vif et de zéolites.

Au passage en face de Guiaour-Bakh le chemin tourne à l'ouest pour gravir la pente raide de la principale cime centrale du Kara-Dagh. Toute la partie de la montagne au-dessus de 470 m. consiste en tuf andésitique (fig. 4) de-dessous lequel viennent se montrer de puissants

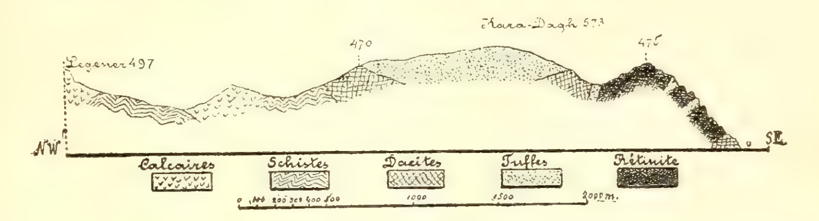


Fig. 4. Profil du Kara-Dagh. NW—SE.

dykes dacitiques, surgissant dans toutes les directions, parfois radialement. sur les pentes. Au flanc SW, un de ces dykes, saillant en muraille sur les tufs érodés, cercle le sommet sur une grande étendue vers l'E (à 300 m. environ d'altitude), à partir de la source Guiaour-Tchesmé. Ce dyke-ci est formé, comme tous les autres, des mêmes roches andésitiques acides, semblables quant au caractère chimique du magme, mais quelque peu différentes quant à la structure. Leur couleur foncée, presque noire, prend une teinture verdâtre quand la roche commence à se décomposer, et devient d'un jaune clair ou blanchâtre lorsque la décomposition est complète. Les produits de la décomposition rappellent en certains endroits l'action des fumerolles. Actuellement on ne remarque pas le moindre indice de la présence de fumerolles, solfatares ou mofettes, ni au Kara-Dagh, ni dans ses environs. Sur ce volcan mésozoïque leur activité doit avoir cessé depuis très longtemps, et même toute trace de leur influence aurait pu disparaître. La cime du Kara-Dagh représente une plate-forme de très peu d'étendue, couverte d'abres qui empêchent de promener les regards sur les alentours. Mais en s'approchant du bord de ce plateau, on jouit d'une vue extrêmement vaste, majestueuse et instructive. Au NE, E, SE et S s'étend la crête dentelée des roches éruptives et, au-delà, la mer; au SW on a au premier plan la pente douce des schistes argileux; puis viennent les rochers calcaires, derrière lesquelles coule la rivière Otouz: plus loin s'allongent les hauteurs boisées de l'Eltiguéné (jurassique): vers le sud s'étend la presqu'île Méganome; à l'horizon se dessinent les silhouettes du mont éruptif Aïou-Dagh et du Babougan-Yaïla. la

partie la plus élevée de la chaîne de Crimée. A l'W et au NW se dressent les pittoresques rochers calcaires Balaly-Kaïa (386 m.), Léguénér (497 m.), Sary-Kaïa (506 m.) etc., attribu´s jusqu'ici au jurassique supérieur. Au N on voit derrière la vallée Koktébel les formations crétacées et tertiaires passer à la plaine, au-delà de laquelle se dessine à l'horizon la bande du Sivach et de la mer d'Azow. Enfin, au NE, ce sont les hauteurs de Féodosie, le cap de St. Elie et le cap pittoresque Kiik-Atlama. Les alentours les plus proches du Kara-Dagh sont géologiquement peu étudiés.

Nous nous dirigeons vers le jalon trigonométrique établi au sommet. On y voit un bel affleurement de tufs blancs et verdâtres près du tombeau d'un saint tartare (Aziz). A droite, un sentier mène par la pente escarpée et boisée à une source d'eau sulfureuse d'un goût amer, à laquelle les tartares attribuent des qualités médicinales. Du jalon le chemin descend rapidement, dans la direction SW, par un tuf blanc. Nous le suivons jusqu'au point (470 m.) où un dyke immense, orienté vers le SW, surgit de dessous le tuf. Ce dyke, du dacite foncé, plonge, plus bas, sous les schistes argileux jurassiques qui entourent la montagne. Tournant à droite, vers le sud, nous descendons, en longeant la ligne de séparation de l'andésite et du tuf, par un ravin escarpé, jusqu'aux schistes développés en bas.

Contournant ce dyke au sud, nous arrivons à la source Guiaour-Tchesmé où nous voyons un développement des mêmes roches (dacite), mais fortement décomposées et remplies d'inclusions de chlorite, de calcite et de zéolites (natrolithe). De là le chemin s'abaisse sur des schistes dans un ravin qui descend, auprès de l'affleurement le plus bas des andésites, vers la mer (voir fig. 5, vue générale du Kara-Dagh, prise du Sud). Après avoir traversé ce ravin et franchi une petite colline schisteuse, nous arrivons au bord de la mer et de là à l'embouchure de l'Otouz. A la distance d'un kilomètre environ vers l'amont, cette rivière coule entre les rochers Molla-Hassan-Kaïa et Molla-Abdoul-Kaïa, formés de calcaire jurassique descendant ici jusqu'au niveau de la mer.

Le Kara-Dagh est intéressant en ce que c'est le seul endroit en Crimée où il y a développement de roches du type lavique „néovolcanique". Ces roches peuvent servir d'exemple convainquant que ce type n'est ni assujetti à un âge géologique déterminé, ni lié à l'époque tertiaire, mais qu'il dépend uniquement du mécanisme de l'émission du magme. On rencontre ce magme, de composition identique, encore en d'autres points de la Tauride, mais là il forme des injections considérables de laccolithes et y a acquis une toute autre structure, malgré que son âge géologique soit partout le même ou presque le même, et qu'il s'y soit autrement différencié en minéraux. Dans ce cas elle a formé en divers points des roches dont la structure est microgranitique ou qui sont de la nature des diorites quartzifères grenues (micropegmatites à pyroxène, Michel Lévy). D'un autre côté, les émissions basiques (dykites) des mélaphyres près de Koktébel qui apparaissent par-

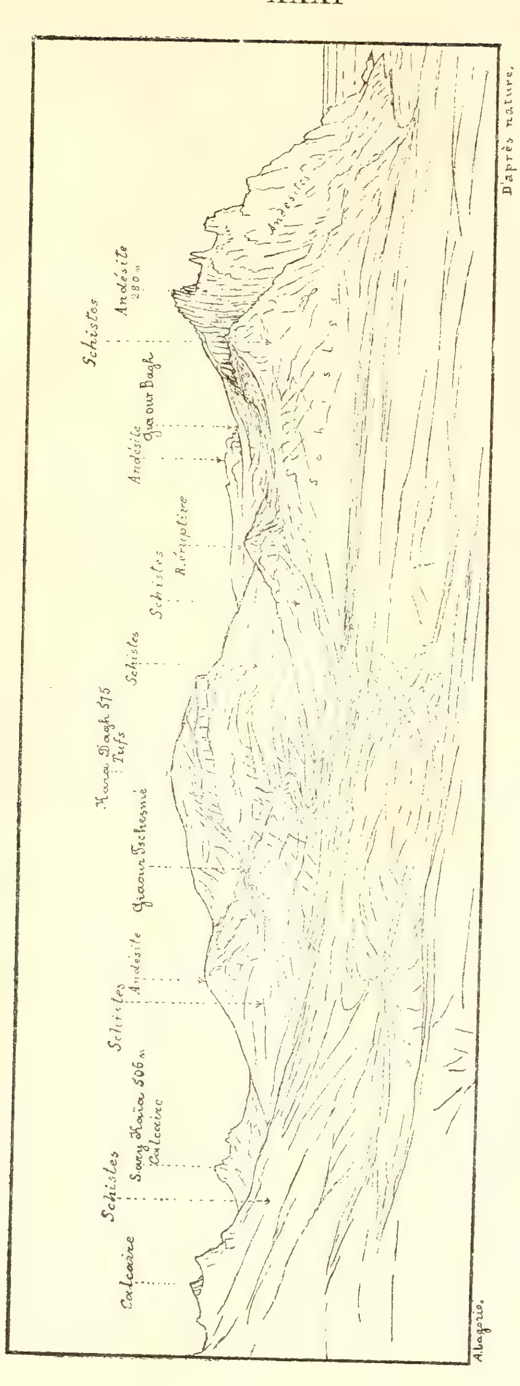


Fig. 5. Vue générale du Kara-Dagh, prise du Sud.

tout en filons, conservent la même composition et la même structure aux endroits les plus espacés de la presqu'île, tels que le monastère de St-Georges près de Sébastopol, Kikéneïz au bord sud de la mer, les vallées de la Bodrak et de l'Alma.

De plus les roches développées au Kara-Dagh sont intéressantes en ce qu'elles peuvent servir d'objet d'une étude spéciale sur la question en combien la différentation d'un même magme dépend du niveau de son soulèvement et de son écoulement dans une même localité, question de laquelle se sont déjà occupés Iddings et d'autres.

Supplément.

Les numéros des descriptions et des analyses correspondent aux chiffres marqués sur la carte lithologique jointe du Kara-Dagh.

1) Mélaphyre près du Koktébel. Roche foncée brunâtre ou noirâtre. Microstructure: plagioclase rectangulaire, augite claire, olivine partiellement décomposée, magnétite. Pâte: plagioclase, basis vitreuse brune à globulites et poussière magnétitique en quantité plus ou moins grande; apatite. Dans les roches décomposées: chlorophaeïte, calcite, zéolites. Structure de deux types (Olivin-Tholeiit- et Navittypus. Rosenbusch). Analyse 1.

2) Andésite pyroxénique, formant un cone isolé au sud du Kara-Dag. Roche grise d'apparence cristalline. Microstructure: plagioclase porphyrique, presque incolore, augite, magnétite, apatite. Pâte microgranitique: plagioclases lamellaires et magnétite, basis incolore interstitielle en petite quantité. Roche très riche (pour un magme andésitique) en alcalis, d'une composition chimique nettement distincte. Analyse 2.

3) Andésite pyroxénique. Du côté nord de la montagne, près du cordon, au commencement de la crête littorale. D'un gris jaunâtre. Microstructure: plagioclases de grosse taille, peu d'augite claire, magnétite, apatite. Pâte comme № 2.

4) Andésite pyroxénique (dacite). Au NE de la crête. Roche d'un gris clair à gros plagioclases et peu d'augite claire. Pâte sphérolithique. Analyse 4.

5) Andésite pyroxénique. Dans la partie élevée de la crête, près de Guiaour-Bakh. Roche grise jusqu'à couleur foncée. Microstructure: plagioclase porphyrique, augite changé partiellement en matière chloritique d'un vert vif, magnétite, apatite. Pâte à structure hyalopilito-spérolithique de couleur claire (hyalopilitisch. Rosenbusch). Il existe des modifications à pâte cristalline plus grossière (microscopiquement). La quantité des produits porphyriques est tantôt plus grande, tantôt plus petite, mais la pâte (de second temps) prédomine toujours considérablement. La proportion du plagioclase par rapport à l'augite varie également: généralement c'est le feldspath qui prédomine, mais parfois l'augite y est en quantité presque égale, parfois il dispa-

raît presque entièrement; certaines roches renferment de rares grains de pyroxène rhombique. On rencontre des variétés à belle structure hyalopilito-eutaxitique (sur la cime de la crête, au sud de Guiaour-Bakh). La pâte est incolore ou d'un gris clair. Analyse de la roche du grand dyke, au sud, au-dessus de Guiaour-Bakh 5.

Les roches décomposées renferment de la pyrite et de la calcite: parfois elles sont remplies de zéolites.

6) Pechstein andésitique (Vitrophyre, rétinite). Grande coulée à la partie la plus élevée de la crête (jusqu'à 475 m.) et sur les flancs. La roche est noire, vitreuse, à éclat gras et à petits feldspaths porphyriques vitreux (plagioclase); très fraîche. Microtexture: plagioclase frais tout à fait transparent, avec abondantes inclusions d'un verre brun et d'augite; augite clair jaunâtre en grains et cristaux (en faible quantité), magnétite en gros grains. Pâte: verre brun, isotrope avec aiguilles microlitiques de plagioclase en quantité plus ou moins grande (hyolopilitisch. Rosenbusch). Analyse de la roche — 6. Analyse du plagioclase—6*a*. Analyse de la pâte—6*b*.

7) Andésite pyroxénique (dacite). Grand dyke au SW du dôme central du Kara-Dagh. Noire, d'apparence non vitreuse, parfois avec teinte verdâtre. Microstructure: plagioclases porphyriques avec inclusions vitreuses, augite en quantité minime, peu de magnétite. Pâte d'un

Analyses.

	1.	2.	4.	5.	6.	6a.	6b.	7.
SiO_2	57.67	58.35	73.73	68.00	59.45	51.98	63.85	71.05
Al_2O_3	24.37 (Al₂O₃ + Fe₂O₃)	24.92 (Al₂O₃ + Fe₂O₃)	14.77 (Al₂O₃ + Fe₂O₃)	17.91 (Al₂O₃ + Fe₂O₃)	18.08	30.02	11.74	17.61 (Al₂O₃ + Fe₂O₃, 6b–7)
Fe_2O_3					5.30	1.03	8.69	
CaO	8.02	2.31	1.93	5.63	6.15	12.99	3.53	4.45
MgO	3.05	0.77	0.94	сл.	1.78	0.03	1.19	tr.
Na_2O	2.93	6.47	3.27	3.35	3.46	3.56	3.00	3.04
K_2O	1.12	3.55	2.75	2.58	0.91	0.62	1.19	2.56
H_2O	3.48	1·66	1.76	2.60	5.31	0.22	6.20	1.42
	100.64	99.00	99.15	100.07	100.44	100.45	99.39	100.13
Poids spécifique					2.619	2.714	2.449	

gris clair, avec aiguilles de plagioclase à texture sphérolito-eutaxitique. Analyse—7. Tous les tufs au sommet sont des variétés de ce type. Les pechsteins y font défaut. A la source Guiaour-Tchesmé, amandes avec natrolite rouge.

Les roches du Kara-Dagh ne contiennent point d'amphibole, malgré la grande teneur en SiO_2; partout pyroxène.

Les analyses ont été faites au laboratoire du cabinet minéralogique de l'université de Varsovie: № 1, 2, 4, 5, 7 par M. Gorazdowski; № 6, 6*a* et 6*b* par A. Lagorio.

XXXII

LE JURASSIQUE A SOUDAK.

PAR

CONSTANTIN DE VOGDT.

Soudak (village de 24 maisons) est situé sur la côte méridionale de la Crimée entre Yalta et Théodosia à une distance de 40 klm. de cette dernière ville.

Selon l'opinion la plus répandue, les assises jurassiques de la Crimée peuvent être divisées de bas en haut:

1) Schistes. Cette formation est envisagée principalement comme liasique. Hommaire de Hell a recueilli à Kobsel (à 6 klm. vers ESE de Soudak), dans des schistes intercalés de calcaires, une faune de céphalopodes qui a été déterminée par d'Orbigny [1]) et revue par Neumayr [2]). Ce sont des espèces bathoniennes et calloviennes. Ce fait, selon E. Favre [3]), semble prouver que „le dépôt du schiste argileux paraît s'être prolongé de l'époque liasique jusqu'au milieu de la période jurassique". Tout récemment D. Stremooukhow [4]) a trouvé dans les schistes de Balaklawa des céphalopodes bathoniens et calloviens.

2) Grès et poudingues. „Les rapports stratigraphiques de ce groupe avec les formations qui l'avoisinent sont compliqués. Il est tantôt lié au schiste avec lequel il alterne dans sa partie inférieure, tantôt il est en concordance de stratification avec les calcaires qui le recouvrent et alterne avec ceux-ci dans sa partie inférieure. Cependant il y a une discordance de stratification évidente entre le schiste et le

---

[1]) Paléontol. du voyage de H. de Helle. 1845.

[2]) Jurastdien. J. K. K. g. R. 1871. p. 297—354.

[3]) E. Favre. Etude stratigraphique de la partie sud-ouest de la Crimée. 1877.

[4]) Bull. Soc. Nat. Moscou, 1894 et 1895.

calcaire. La grande majorité de ces poudingues paraît liée au terrain sous-jacent dont ils formeraient la partie inférieure. L'absence totale de fossiles ne permet pas de leur assigner un âge précis; on peut les classer dans la partie moyenne du terrain jurassique" [1]).

3) Calcaires. Ils sont classés généralement dans le „terrain jurassique supérieur".

Outre cette classification, il existe dans la littérature géologique russe encore un autre point de vue, émis par N. Golovkinsky [2]) qui a étudié le terrain jurassique dans les environs de Balaklawa. N. Golovkinsky a constaté que les schistes et les poudingues de cette région se trouvent au même niveau et qu'il existe un passage imperceptible, horizontal, d'une roche à l'autre. Les calcaires, que N. Golovkinsky envisage comme récif corallien sont de même intimément liés avec les poudingues. Ces trois formations lithologiques ne présenteraient donc, au point de vue de la chronologie, qu'un seul groupe. N. Golovkinsky n'a pas prononcé son opinion sur l'âge des dépôts jurassiques.

La plupart des géologues qui se sont occupés du jurassique de la Crimée, ont visité Soudak et en ont parlé dans leurs œuvres. Mais ce n'est que la note de W. Sokolow [3]) qui se rapporte spécialement à cette région. D'après cet auteur, les schistes, les grès et les poudingues de cette région sont liasiques. Ces couches ont été plissées bien avant la formation des calcaires massifs qui sont d'origine coralienne et présentent une formation de l'âge des calcaires de Nattheim. Les couches de Kobsel avec leur faune callovienne forment un horizon à part.

Outre la note sur les fossiles de Soudak publiée par d'Orbigny, beaucoup d'espèces de cette région ont été décrites par E. Eichwald dans la „Lethea Rossica". Une partie de sa collection, de même que celle de Dubois, a été décrite par M-lle E. Solomko [4]).

L'auteur de cette note a étudié les environs de Soudak en 1895 et 1896.

Cette note ne contient que la description du mont Pertchem, situé à l'ouest de Soudak.

L'auteur a choisi cette montagne pour l'excursion du Congrès par ce que: 1) Tous les étages jurassiques qu'on trouve en général dans cette région y sont très bien développés et contiennent beaucoup de fossiles caractéristiques. 2) La tectonique du Pertchem est très nette et

---

[1]) E. Favre l. c.

[2]) N. Golovkinsky. Résultats des recherches sur le combustible minéral aux environs de Balaklawa. 1883 (en langue russe).

[3]) W. Sokolow. Compte rendu préliminaire des études du jurassique de la Crimée, exécutées en 1884. Matér. pour la géol. de la Russie. Vol. XII. St-Pb. 1885 (en langue russe).

[4]) E. Solomko. Die Jura- und Kreidekorallen der Krim. Mém. Soc. Min. Russe. XXIV. 1887.

présente un exemple très instructif des phénomènes qui ont eu lieu le long de la chaîne Taurique à l'époque de sa formation. 3) Enfin la situation de cette montagne tout près de la mer la rend très accessible aux participants du Congrès et l'excursion peut se faire en quelques heures.

Dans le jurassique du Pertchem on peut distinguer d'une manière assez précise l'oxfordien supérieur (J_3) et le callovien (J_2).

L'oxfordien supérieur—J_3—(voir les profils) est formé par des poudingues, des grès, des schistes, des calcaires stratifiés et des calcaires massifs.

La roche principale de la série oxfordienne du profil *AB* — est le schiste. Il est intercalé de calcaires stratifiés, de grès et de poudingues. On ne peut indiquer aucune règle générale dans la succession de ces roches: les grès, les calcaires et les poudingues se retrouvent à différents niveaux de la série. De même, en suivant une couche quelconque de schiste dans le sens de sa direction, nous y voyons apparaître de petites couches gréseuses qui augmentent peu à peu et transforment définitivement la couche de schiste en une couche de grès passant à son tour insensiblement à des poudingues. Cette inconstance pétrographique des couches peut être aisément étudiée en comparant les profils *AB*, *CD*, *EF* et *GH:* les schistes qui prédominent dans *AB* sont complètemet remplacés par des grès et des poudingues dans *EF* et *GH.*

Les relations qui existent entre les calcaires massifs et les couches stratifiées présentent un fait d'un très grand intérêt. Ces calcaires se trouvent à différents niveaux de la série oxfordienne (voir les profils *ABa*, *ABe*, *ABh*, *ABs*, *ABm*, *ABt*, *CDa*, *CDd*, *CDe*, *CDf*, *EFa*, *EFe*) et nous voyons partout les couches stratifiées s'enrichir de carbonate de chaux et changer insensiblement en calcaire massif. Ces rapports s'observent le plus souvent entre les calcaires massifs et les schistes; mais dans *CDe* nous avons un calcaire massif dans des grès, et, sur le versant septentrional du Pertchem (cet endroit est hors de nos coupes), un nid de calcaire est inclus dans un poudingue.

Il est donc hors de doute que les calcaires en question ne présentent point d'horizon précis; au contraire c'est un faciès qui se rencontre à tous les niveaux de l'oxfordien de Soudak. Outre le mont Pertchem, l'auteur de la présente esquisse a étudié tous les environs de Soudak (les monts Sokol, Taraktach, Mandjil et Altchak) et partout il a trouvé les mêmes corrélations. Certainement il existe des schistes plus anciens que les calcaires massifs les plus inférieurs (nous en reparlerons plus loin) mais on serait dans l'erreur de vouloir envisager tous les schistes comme liasiques.

Le tableau suivant donne la répartition des fossiles dans les couches oxfordiennes. Les couches les plus récentes occupent la partie supérieure du tableau.

[R. i. = rauracien inférieur; R. s. = raur. supérieur; Pt. = ptérocérien; Nat. = Nattheim.].

Renvoi aux profils.	Calcaires massifs.	Calcaires stratifiés, schistes et grès.	Renvoi aux profils.
ABm	Isastrea explanata (R. i.), Cidaris florigemma.	Thamnastrea concina (R. s.), Millericrinus sp., Cid. florigemma, Trigonia sp.	*ABl*
ABa	Millericrinus sp., Cidaris cervicalis, Rhynch. Arolica, Ostrea cf. Moreana, Pecten subtextorius.	Montivaultia serrata, Dermosmilia arborescens (R. s.), Pentacrinus sp., Millericrinus sp., Cid. Blumenbachi, Ostrea cf. Moreana.	*ABb*
ABs	Millericrinus sp. Cid. florigemma.	Montivaultia serrata, Calamophyllia flabellum (R. s.), Millericrinus sp., Cid. florigemma, Pecten inaequicostatus.	*ABk*
ABh	Cid. florigemma.	Cid. florigemma.	*ABi*
EFe	Latimeandra Amedei (R. s.).	Montivaultia Nattheimensis (Nat.), M. serrata, M. dispar (R. i.), M. compressa (Nat.), Thecosmilia trichotoma (R. s. Nat.), Leptophyllia Fromanteli (Pt.), L. Thurmani (R. s.), L. excelsa (R. s.), L. Montis (R. s.), L. corniculata (R. s.), Cid. florigemma, Cid. cervicalis, Diplocidaris gigantea, Rhabdocidaris nobilis, Ostrea cf. Thurmani.	*ABc*
		Montivaultia dilatata (R. i.), M. sub-dispar (R. i.).	*ABg*
		Montivaultia serrata.	*ABf*
CDd	Cidaris florigemma.		
		Montivaultia Nattheimensis (Nat.).	*CDc*
		Montivaultia conica (Nat.), M. radisensis (Cor. m.).	*CDb*
		Pentacrinites sp., Cardium cf. coralinum.	*EFc*
		Montivaultia dilatata (R. i.), M. serrata, Lima tumida.	*EFb*

Les polypiers de ces couches appartiennent en majeure partie à des espèces rauraciennes. *Cidaris florigemma* qui se trouve à tous les niveaux de notre série est un fossile très caractéristique. La zone supérieure de l'oxfordien a été nommée par Oppel [1]) „Zone des *Amm. bimammatus* oder des *Cidaris florigemma*". Moesch [2]) a distingué cette zone dans le jura argovien sous le nom de „Crenularisschichten". Koby [3]) indique cette espèce dans le rauracien du Jura Bernois qu'il parallélise avec les Crenularisschichten. Mais Rollier, dans une série de notes [4]), a exposé l'opinion que le rauracien n'est qu'un faciès de l'argovien et parallélise le rauracien inférieur (qui contient *Cid. flarigemma, Blumenbachi* et *cervicalis*) avec les couches de Birmensdorf (*Am. transversarius* et *Rh. Arolica*). La question n'est pas résolue définitivement et il est bien difficile de décider à quelle zone appartiennent les couches à *Cid. florigemma* de Soudak: à la z. à *Am. transversarius* ou à la z. à *Am. bimammatus.* La difficulté est d'autant plus grande que le reste de notre faune renferme des espèces d'une grande extension verticale.

Diplocidaris gigantea—z. à *Am. bimam.*, raur., ptérocér.

Rhabdocidaris nobilis—z. à *Am. bimam.*—Kimm. sup.

Rhynchonella Arolica—z. à *Am. transv.*, z. à *Am. bimam*, z. à *Am. Acanth.*

Pecten subtextorius—z. à *Am. transv.*—z. à *Am. tenuilob.*

Pecten inaequicostatus — raurac., z. à *Am. transv.,* z. à *Am. tenuilob.*

Lima tumida—raurac., z. à *Am bimam.*

Ce sont les raisons pourquoi nous donnons aux couches du malm du mont Pertchem le nom d'oxfordien supérieur, ces couches étant plus récentes que la zone à *Am. cordatus* et plus anciennes que la zone à *Am. tenuilobatus.*

Le callovien—J_2—(voir les profils) est formé par des schistes, des grès et des calcaires stratifiés; on ne trouve pas au Pertchem de calcaires massifs de cet âge. Ces couches ont éprouvé beaucoup de dislocations et il est difficile de reconstituer leur succession primitive.

I. *CDn* — calcaire descendant du sommet de la montagne dans un ravin. Il contient: *Montivaultia cariophillata, Collyrites elliptica, Holectypus depressus, Rhynch. varians, Zeilleria oborata, Terebratula sphaeroidalis, Phylloceras tortisulcatum, Cosmoceras ornatum* et *Peltoceras annulare.* C'est le callovien supérieur.

II. Dans sa partie inférieure, ce calcaire devient arénacé et passe au grès *(CDr)* avec *Zeilleria obovata, Rh. varians* et *Pecten fibrosus.* Cette couche à *Rh. varians* et *Pecten fibrosus* est très constante au

---

[1]) Oppel—Ueber die Zone des Am. transversarius. 1866.
[2]) Moesch—Aargauer Jura. 1867.
[3]) Mém. Soc. Pal. Suisse, v. XXI.
[4]) Eclogae geol. Helv. 1888—1896.

sommet du Perchem; on la trouve dans *CDl* (avec *Terebr. intermedia*), *EFh*, *GHk* et *GHr*.

III. Dans le fond d'un ravin qui se trouve entre les profils *AB* et *CD* nous avons les schistes *CDq*. Ces schistes sont en discordance avec les grès *CDr*. Dans la partie supérieure des schistes nous trouvons *Rh. varians* et *Pecten vagans*. Cette dernière espèce forme toute seule un horizon très constant qu'on trouve dans *ABv*, *ABx*, *CDk*, *CDp* et *GHf*.

IV. Dans le profil *GH* nous trouvons deux couches de calcaire:

GHb—*Rhynch. varians*, *Terebr. sphaeroidalis*, *Zeilleria obovata*, *Phylloceras euphyllum*, *Ph. tortisulcatum*, *Oppelia conjungens* et *Perisphinctes subtilis*.

GHd.—*Rhynch. varians*, *Terebr. perovalis*, *T. sphaeroidalis*, *Zeilleria obovata*, *Waldheimia pala*, *Lima Helvetica*, *Modiola imbricata*, *Goniomia proboscidea*, *Gresslia truncata*, *Phylloceras euphyllum*, *Ph. mediterraneum*, *Ph. tortisulcatum*. *Ph. subobtusam*, *Ph. viator*, *Harpoceras hecticum*, *H. lunula*, *H. Laubei*, *H. rossiense*, *H. Krakoviense*, *Oppelia aspidoides*, *Op. conjungens*, *Macrocephalites pila*, *Perisphinctes Moorei*, *Per. subtilis* et *Peltoceras annulare*.

Toutes les espèces de la couche *GHb* se rencontrent dans *GHd*. Leur caractère pétrographique est le même et il est hors de doute que nous avons ici une seule couche partagée en deux à la suite d'une dislocation dont nous parlerons plus bas. Cette couche peut être envisagée comme appartenant au callovien inférieur (zone à *Am. macrocephalus*).

Dans la liste de la faune callovienne du Pertchem nous ne trouvons pas d'espèces qui seraient caractéristiques pour les assises plus récentes que le callovien (les *Phylloceras*, en général, ont une grande extension verticale). Par contre nous y voyons des espèces bathoniennes (*Rhynch. varians*, *Pecten vagans*, *Oppelia aspidoides*, *Perisphinctes Moorei*). En outre, la couche que nous rapportons à la zone d'*Am. macrocephalus* contient des espèces du callovien supérieur. Un pareil mélange d'espèces a été constaté dans plusieurs endroits et interprété de différentes manières [1]).

Sur le versant occidental du Pertchem nous voyons apparaître, sous les grès à *Rh. varians*, des schistes (*GHn*) dont l'épaisseur atteint une centaine de mètres et même davantage. Nous n'avons pas trouvé de fossiles dans ces couches. Il est très vraisemblable que nous aurons là toute une série d'assises jurassiques, inférieures au callovien, peut-être même le lias tout entier.

Tectonique du Pertchem. Les couches oxfordiennes forment un pli qu'on voit dans *ABf* et *CDb*. Le plan axial a la direction

---

[1]) M. Neumayr. Die Cephal. Fauna der Oolithe von Balin. 1871. A. Michalsky. Le jurassique de la Pologne (en langue russe). 1885. M. Neumayr und V. Uhlig. Ueber die von H. Abich im Kaukasus gesammelten Jurafossilien. 1892.

WE. L'arête anticlinale n'est pas horizontale, elle est inclinée vers E. Il s'en suit que l'un des flancs est incliné SE et l'autre NNE. Le pli a une disposition périclinale et se termine lentement à l'E de la ligne ***AB***.

Les flancs du pli oxfordien ont subi plusieurs flexures qu'on trouve dans tous les profils. Ces flexures ont l'aspect de plis déjetés vers le sud: le flanc du sud est incliné de 80° et celui du nord de 35°—45°.

Le callovien a de même éprouvé quelques dislocations très prononcées. La couche à *Pecten vagans CDk* s'est affaissée dans un ravin jusqu'au niveau *CDp* où elle forme une flexure. Dans le profil *AB* cette couche se rencontre dans *v* et *x*.

Dans les profils *AB*, *CD* et *EF*, en suivant la ligne où le callovien apparaît de dessous l'oxfordien, nous trouvons constamment les mêmes relations: l'oxfordien forme une flexure (ou un pli déjeté) *ABu—z*, *CDi—o* et *EFg—i* contre le flanc incliné de laquelle vient se heurter le callovien. On peut suivre cette flexure jusqu'à la coupe *GHrst* qui est prise tout près du profil *GH*. Mais ici tout change subitement.

Le poudingue de quartz *GHa* est le prolongement continu de *EFd* et de *CDc*. Cette couche—*GHa*—n'est pas renversée, elle plonge au NE. Directement sur ce poudingue repose le calcaire callovien *GHb* avec la faune citée plus haut. En se dirigeant de la couche *b* vers le nord, le long du profil *GH*, nous avons:

c—grès sans fossiles (J_2).
d—calcaire avec une faune très riche qui contient toutes les espèces trouvées dans *b* (voir ci-dessus) (J_2).
e—grès sans fossiles (J_2).
f—calcaire à *Pecten vagans* (J_2).
g—poudingues de quartz (J_3).
h—un coin de calcaire (?)
i—poudingue de quartz (J_3) qui se trouve dans les relations indiquées par le profil avec
k—calcaire à *Ph. varians* (J_2). Sur ce calcaire nous trouvons un lambeau de
l—poudingue (J_3) qui présente le prolongement occidental de *ts*.

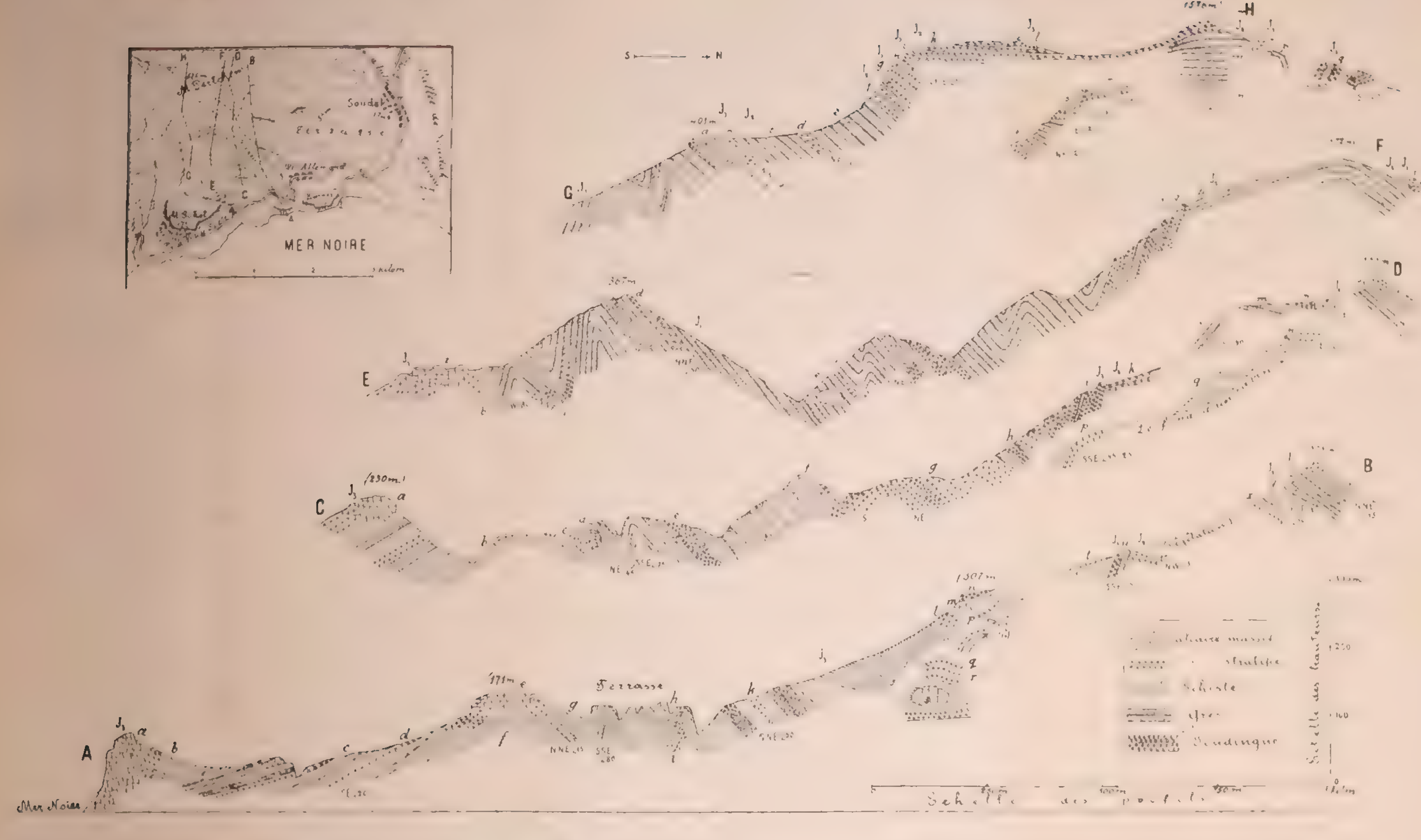
Par quel genre de dislocations devons-nous expliquer les relations que nous présente le profil *GH*—la discordance *ik*, la répétition du calcaire *b* dans *d*, et le recouvrement *ab*?

Les couches de poudingue *g* et *i* présentent certainement le prolongement de *l*; il faut supposer une faille entre *i* et *k* et un affaissement des couches *e f g h i*. Les couches *bc* qui sont identiques avec *de* sont de même affaissées le long d'une faille qui passe entre *c* et *d*. L'auteur de cette esquisse prétend que le recouvrement *ab* doit être expliqué par le même procédé. La roche *a* est un poudingue de quartz excessivement dure, tandis que le calcaire *b* est entièrement formé de foraminifères et de débris de mollusques; le ciseau l'attaque facilement. Si nous admettons dans *ab* un pli-faille avec un flanc

médian étranglé et étiré, nous devrons admettre la destruction complète d'une roche très dure sous la pression d'une autre qui est relativement molle et néanmoins restée intacte. Nous avons donc dans le profil *GH* trois failles conformes-inverses qui ont produit trois recouvrements plus ou moins complets.

Ces failles à gradins, de même que les flexures décrites plus haut, peuvent être expliquées par l'abaissement de la région, au sud de la montagne, occupée maintenant par la Mer Noire. La partie callovienne du mont Pertchem peut être envisagée comme massif surélevé (Horst). Certainement ce mouvement vertical était accompagné d'un autre, latéral, qui a produit le pli anticlinal *ABf* et les recouvrements.

Peut-être existe-t-il une certaine relation entre ce mouvement vertical et la formation des terrasses si développées dans cette région. Les observations qui ont été faites jusqu'ici sont trop peu nombreuses pour se prononcer définitivement sur cette question.



Plan et profils du mont Pertchem en Crimée
par Constantin de-Vogdt.

XXXIII

ITINÉRAIRE GÉOLOGIQUE

D'ALOUCHTA A SÉBASTOPOL

PAR

Yalta, Bakhtchissaraï et Mangoup-Kalé.

La description concernant l'itinéraire général est due à **N. GOLOVKINSKY**, celle des roches éruptives à **A. LAGORIO**.

I. D'Alouchta à Yalta.

Alouchta (44° 41′ lat. sept., 4° 5′ long. orient., méridien de Poulkowo), village situé au bord de la mer Noire, a une population constante de 1200 habitants, moitié Tartares, moitié Russes. Il s'y trouve trois hôtels, un bureau postal et télégraphique, une station de diligences et de bateaux à vapeur; les bateaux ne s'y arrêtent cependant que par un temps calme. La curiosité la plus remarquable d'Alouchta sont les ruines d'un ancien castel, Alouston, construit au VI-me siècle de l'ère chrétienne par l'empereur d'Orient Justinien I. Deux hautes tours, restées entières, se voient de loin. Alouchta est bâtie sur le penchant d'une petite colline (30 à 35 mètres au-dessus du niveau de la mer) entre les embouchures de deux petites rivières, au nord la Démerdji, au sud l'Oulou-Ouzen ou Messarli, comme l'appellent les Grecs. Les maisons de la partie tartare du village, resserrées entre des ruelles étroites et sales, auxquelles on ne peut pas donner le nom de rues, s'élèvent sur la pente raide de l'Oulou-Ouzen; de loin on dirait que toutes ces maisonettes avec leurs toits plats et leurs galeries se tiennent les unes sur les autres. La partie russe avec ses vignobles et ses jardins fruitiers s'étend au loin sur la pente douce qui descend vers la Démerdji. La majorité des Tartares d'Alouchta se compose, comme en général ceux de la moitié ouest du bord méridional de la Crimée,

de descendants grecs, en partie d'Italiens ou d'autres peuplades, passés à l'islamisme; par l'extérieur et la langue ils diffèrent beaucoup des Tartares de la steppe qui ont conservé les mœurs et les usages mongols.

La roche originaire d'Alouchta et de ses alentours est un schiste argileux de couleur foncée; de minces couches intercalées, finement feuilletées et très friables, d'une argile presque pure y alternent avec des couches épaisses de 1 cm. à 1 mt., plus dures, rougeâtres à l'extérieur, qui sont plus sableuses, parfois siliceuses, rarement calcarifères ou pénétrées par de l'oxyde de fer.

Au microscope ces schistes diffèrent essentiellement des schistes argileux métamorphiques (ardoises etc.); ils ne renferment ni séricite ni aiguilles de rutile (Thonschiefernädelchen). Leur structure est également autre: ils offrent un caractère gréseux consistant en grains très fins de quartz clastique, d'une matière argileuse et d'un pigment plutôt bitumineux que charbonneux. Le grain grossissant, ils passent à des grès schisteux avec teneur considérable en matière argileuse. Des véritables anciens schistes cristallins n'ont été trouvés que tout récemment, par les auteurs de la présente esquisse, près de Karassoubachi et en certains points peu nombreux dans la partie orientale de la péninsule.

Dans le voisinage des masses éruptives, les schistes sont traversés de filons cristallins et demi-cristallins. Çà et là l'assise schisteuse est traversée de nombreux filons blancs et jaunes de calcite et de quartz, et renferme en abondance de la pyrite et des concrétions de fer oligiste. A son contact immédiat avec la roche cristalline, le schiste est noir, intimement lié à la masse cristalline. Les escarpements schisteux au bord de la mer se montrent çà et là enduits de sels solubles, le plus souvent de gypse, parfois de soude. La plupart des affleurements présentent le schiste argileux refoulé en courbures très complexes, les couches passant tantôt brusquement de la position horizontale à la verticale, quelquefois même renversée, tantôt s'épaississant tout d'un coup au s'amincissant. Indépendamment du plissement détaillé, l'assise entière du schiste argileux (à en juger d'après sa position visible par rapport aux roches superposées) accuse un plongement général se dirigeant du côté de la mer vers la terre ferme, c'est-à-dire dans la plupart des cas vers NW. Sur la pente du sud, pente littorale, le schiste atteint une altitude de 1200—1300 m. au-dessus du niveau de la mer, tandis qu'à une distance de 17 à 24 verstes vers le NW sa limite supérieure ne se trouve qu'à 470—530 m. de hauteur; le plongement serait donc d'environ 2°. La partie supérieure du schiste au NW (Biassala, Mangouch), ayant été probablement abradée à l'époque du dépôt du néocomien qui le recouvre aujourd'hui, l'inclinaison de sa surface supérieure est probablement encore moindre.

Le schiste argileux de la Crimée est très pauvre en fossiles. Les points peu nombreux où l'on en trouve le plus souvent (Balaklava, Laspi, Soudak), ne peuvent guère être jugés comme caractéristiques

de la totalité de l'assise. Dubois de Montpéreux, Huôt, Romanovsky, Stuckenberg ont classé cette assise dans le lias. Cependant des fossiles trouvés par Hommaire de Hell près de Soudak (*Belemnites hastatus, Ammonites tortisulcatus*) semblent indiquer des étages plus supérieurs du jura. Ernest Favre rapporte les divers horizons du schiste à une série d'étages successifs du jurassique. Dans ces derniers temps Mr. Strémooukhow donne des preuves paléontologiques de l'appartenance des schistes des alentours de Balaklava aux étages bathonien et kallovien (*Perisphinctes, Stephanoceras, Oppelia*).

Aux alentours d'Alouchta la région du schiste argileux s'étend—au nord—jusqu'à la montagne Démerdji pour y disparaître, au-delà de 600 m. d'altitude, sous des éboulis de conglomérat: au NW—elle atteint le mont Tchatyrdagh, sur la pente duquel des éboulements de calcaire s'abaissent par endroits jusqu'à 300 m.; au S et au SW—elle s'étend jusqu'aux monts Kastel et Ouraga. A mesure que l'on s'éloigne de la mer, le schiste argileux, dont la couche très adhérente s'amincit graduellement, recouvre le massif cristallin de ces deux montagnes à une hauteur de plus en plus élevée. Dans les intervalles entre les montagnes Démerdji, Tchatyrdagh, Ouraga et Kastel, les schistes se continuent en bandes interrompues.

La partie supérieure du Démerdji (1216 m. au point culminant) est constituée par un conglomérat d'un violacé grossier et un conglomérat gris passant à un conglomérat calcaire et, au sommet, à un calcaire. Les couches plongent au NW sous un angle de 5°. Le mont Démerdji s'est séparé par glissement du Démerdji-Yaïla (1355 m.), situé plus au nord. L'extrémité méridionale du Démerdji-Yaïla, visible d'Alouchta, porte le nom de Sarpakhaïa. La différence entre le niveau du calcaire de cette dernière montagne et celui du calcaire à l'extrémité abaissée nord-occidentale du Démerdji atteint 300 mètres.

La partie méridionale du Tchatyrdagh, visible d'Alouchta, et dont le point culminant, l'Ekliz-bouroun (1521 m.) se dresse à l'angle ouest, consiste en un calcaire dur rappelant le marbre. Ce calcaire atteint une puissance de 400 m. et recouvre directement, sans conglomérat ni grès intermédiaires visibles, un schiste argileux de couleur foncée. Le conglomérat et le grès ne sont développés que sur le versant nord. D'énormes éboulements de calcaire descendent la pente sous forme de bandes de blocailles, de blocs et de rochers, jusqu'aux villages Korbekli et Chouma (environ 300 mètres au-dessus du niveau de la mer).

La longue chaîne boisée au profil doux et arrondi, Kastel-Ouraga-Tchamny-bouroun, bornant l'horizon d'Alouchta au sud-ouest, est formée d'une roche cristalline compacte qui la compose probablement dans toute son étendue, bien qu'à la dépression Kastel-Ouraga la roche éruptive soit recouverte par du schiste argileux. C'est le massif cristallin le plus important et le plus élevé de la Crimée. Sa longueur (SE 161°—NW 341°) est de 5 verstes avec une largeur de plus de $2^1/_2$ verstes. L'altitude du Kastel est de 441 m., celle du Tchamny-bouroun de 1212 mètres.

Ces affleurements sont entourés de tous les côtés de schiste argileux montant très haut dans la pente: au Tchamny-bouroun il atteint, au SE, 850 m., au SW — 1160 m., au SE de l'Ouraga — 640 m., au Séragoz — 600 m., à l'Aï-Yori — 560 m. (voir planche A, profils 3, 4, 5, 6). La roche éruptive du Tchamny-bouroun est séparée des calcaires du Yaïla par un étroit isthme de schistes; le Kastel en est ceint de tous les côtés, même du côté de la mer. Autour des principaux sommets de ce massif intrus, le Tchamny-bouroun et l'Ouraga, il y a encore toute une série d'affleurements moins considérables dont les principaux sont: Anton-Kaïa (800 m.), au NE du Tchamny-bouroun, Aï-Yori (565m.), Séragoz (628 m.) au nord de l'Ouraga. La masse principale consiste en une roche que la composition du magme et la structure font rapporter à la diorite quartzifère (micropegmatite à pyroxène Michel Lévy). (Quant à l'âge des roches éruptives de la Crimée, leur type général et leur extension, voir l'itinéraire à travers le Karadag). Les analyses chimiques de la roche sont données dans l'appendice au présent itinéraire (anal. 1, 2, 7). Les roches sont d'apparence grossièrement granulaires et de couleur foncée, mais il y en a d'un vert et bleu clair de structure porphyrique (Castel). Les grenues présentent une teneur en SiO_2 d'environ 56%, les porphyriques jusqu'à 75%. Les roches grenues se composent de plagioclase, d'augite claire partiellement chloritisée, d'orthose et de quartz granophyriques (micropegmatite), de magnétite, d'apatite et de zircon. La texture est hypidiomorphe grenue (granitique). Elles sont à rapporter au groupe des diorites augitiques quartzifères. Au Kastel il y a développement principal de types porphyriques à pâte microgranulitique et micropegmatique de quartz et d'orthose où tranchent des cristaux de quartz idiomorphes, de plagioclase, de pyroxène (diopside) et de rares grenats. Ces roches présentent des séparations grossières soit en bancs, soit irrégulières, et ne recouvrent en calotte le massif convexe du Kastel que du côté ouest. Le Tchamny- bouroun et l'Ouraga présentent une structure uniforme, mais le Kastel offre toutes les variétés de roches, depuis les dioritiques grossièrement grenues jusqu'aux porphyrites pyroxéniques, quartzifères, les dernières développées au S et à l'E de la montagne. En se décomposant ces roches s'enrichissent de calcite, de chlorite, d'épidote et de pyrite. Le versant du Kastel tourné vers la mer (SE) est traversé d'un puissant filon de spath calcaire en rhomboèdres de plusieurs pieds cubes; ce filon, épais de 3 mètres, s'étend sur une distance de plusieurs dizaines de mètres remontant la montagne. Des affleurements moins considérables sur les pentes de l'Ouraga et du Tchamny-bouroun — le Séragoz, l'Aï-Yori et d'autres, offrent une roche tout autre: sur la pâte jaunâtre passant au rougeâtre, compacte (cryptocristalline), se détachent de petits cristaux de feldspath d'un jaune pâle. C'est une roche acide (71—75% SiO_2) très riche en Na_2O (appendice, anal. 12 et 13). La pâte (voir l'analyse 15) consiste en beaux sphérolites jaunes passant à une association micropegmatoïde de quartz et de feldspath; la magnétite y fait presque entièrement défaut, mais il

y a une petite quantité d'aiguilles d'ogirine, des lambeaux d'amphibole (arfoedsonite?) verte et des lamelles échancrées de mica claire. Dans la pâte tranchent des plagioclases (anorthoclase) jaunâtres (analyse 14). Ces roches (taurite) qui n'appartiennent à aucun type connu jusqu'ici, occupent le milieu entre les kératophyres et les pantellerites Elles apparaissent en affleurements isolés (jamais en filons), toujours dans le voisinage des roches dioritiques, en différents endroits plus ou moins éloignés les uns des autres de la péninsule. En dehors du point dont nous parlons, on les trouve par exemple près d'Artek au pied sud de l'Aïou-dagh et, loin à l'ouest, vers le nord de Balaklawa. La plus grande altitude absolue des montagnes de la Crimée (Babougan-Yaïla) correspond à l'intrusion la plus volumineuse et la plus élevée des massifs du Tchamny-bouroun, de l'Ouraga, du Castel et de l'Aïou-Dagh. Des deux côtés de la montagne isolée Tchatyr-dagh, la même roche dioritique apparaît à une hauteur d'environ 650 m. au S (ligne du partage des eaux Sofou-Ouzenbach) et au NE, au-dessus de Taouchan-bazar. Encore plus loin, vers le N et le NE d'Alouchta, les roches éruptives affleurent sur les pentes du Démerdji et, au bord même de la mer, près du village Kourou-Ouzen (une diorite quartzifère entièrement décomposée): une porphyrite quartzifère, analogue aux variétés du Kastel, se montre au cap près de Koutchouk-Ouzen (analyse 8).

Au-delà de la chaîne cristalline on voit d'Alouchta plusieurs sommets extrêmes du Babougan-Yaïla.

Parmi les détails géologiques mérite l'attention une ancienne alluvion (fluviatile?) de galets roulés et de blocaux, située à 20 mètres au-dessus du niveau de la mer près de l'embouchure de l'Oulou-ouzen, au S d'Alouchta, au commencement de la descente à la route littorale. Une alluvion semblable de cailloux roulés, entremêlés de galets peu roulés, se voit à une distance d'environ $2^1/_2$ verstes d'Alouchta, le long de la route supérieure de Korbekly et, à 4 verstes, le long de la chaussée de Simféropol, à droite de la rivière Démerdji. Les deux alluvions se trouvent à une altitude de 80 à 100 mètres au-dessus du niveau de la mer.

La chausée qui conduit d'Alouchta à Yalta, suit une direction générale vers le sud-ouest en faisant beaucoup de contours; sur son plus grand parcours elle s'élève à une hauteur de 200 à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer, s'abaissant rarement à 150 mètres.

A partir d'Alouchta, sur une distance de plus de 8 verstes, la route va presque toujours en s'élevant sur un schiste argileux, revêtu d'une nappe d'épaisseur inégale d'argile brun rougeâtre, produit de la destruction principalement d'une roche cristalline dont de nombreux fragments de diverse grosseur, depuis des grains fins jusqu'à de gros blocs, sont renfermés en abondance dans l'argile même ou disposés à la surface. C'est sur la croupe entre le Kastel et l'Ouraga (360 m.) que la route atteint son point culminant. A la 11-me verste la chaussée descend vers la rivière Kara-ouzen (309 m.) et traverse une étroite bande d'un éboulement de calcaires dont font partie, à droite, des éboulis d'une

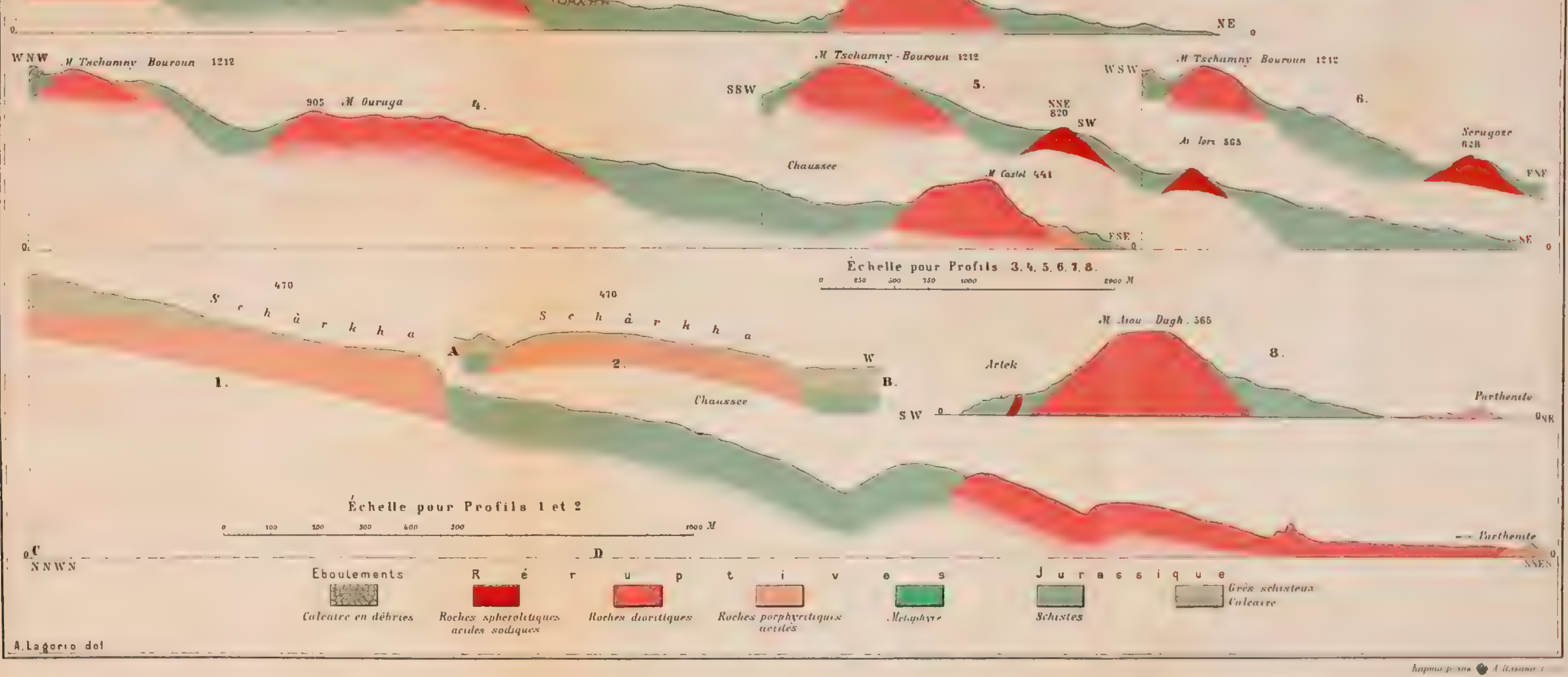
argile calcarifère d'un rouge rosé, contenant des fragments et des blocaux de calcaire gris; au-dessus s'élèvent les rochers calcaires Bolgatyr et Paraguilmen (850 m.). Le Paraguilmen, roche d'un calcaire dur marmoréen d'une épaisseur de plus de 200 mètres (de 400 m. si l'on y ajoute le rocher Bolgatyr qui en fait pour ainsi dire le socle) était autrefois l'extrémité du Babougan-Yaïla dont elle s'est séparée en glissant par la pente vers ESE dans le terrain, occupé par le schiste argileux sur une distance de 700 à 900 mètres. Cette masse paraît avoir été située primitivement entre les sommets extrêmes de Babougan-Tcherkez-koch et Kouchkaïa.

A la 13-me verste d'Alouchta la chaussée contourne un monticule cristallin conique, l'Aï-Todor (415 m. au-dessus du niveau de la mer).

La roche développée ici, identique avec celle du Tchamny-Bouroun et de l'Ouraga (diorite augitique quartzifère), se distingue par les mêmes associations micropegmatoïdes d'orthose et de quartz. Ce phénomène se répète avec une constance remarquable dans tous les représentants de ce type de roches aux différents points de la Crimée. Un tout autre type affleure sous forme de dyke, vers le sud, au pied de l'Aï-Todor (planche A, profil 3); c'est une roche décomposée de couleur foncée qui s'est trouvée être de la mélaphyre (Navittypus. Rosenbusch), analogue à celles qu'on trouve en divers points de la péninsule accompagnant toujours, sous forme de dykes, les masses intruses plus acides. Ces roches n'apparaissent que dans la partie périphérique du massif cristallin laccolithique de la Tauride, notamment: à l'est extrême de la chaîne, au sud du Kara-Dagh; au versant nord des montagnes—dans les vallées des rivières Karassou, Alma, Bodrak; au rivage sud—près de Mélas, Moukhalatka, Kikénéïz (ici le dyke monte la pente jusqu'à 900 m. au-dessus du niveau de la mer); sur la crête du Mégabi. Dans la partie centrale de la presqu'île ces roches ne se rencontrent nulle part.

Derrière le village Biouk-Lambat (bureau télégraphique-postal et station), du côté droit, une élévation de 30 à 40 m. au-dessus de la route consiste en calcaire en blocaux, dispersés pêle-mêle dans un éboulement argileux, comme au pied du Bolgatyr, 3 verstes en decà. C'est une portion du même éboulement qui descend du Paraguilmen par une pente schisteuse jusqu'à la mer, et du-dessous lequel émergent les têtes de rochers plus ou moins éloignés les uns des autres (ceux au sud-ouest présentent une roche cristalline éruptive). La rangée des éboulis plus basse que la chaussée porte le nom de Khaos. C'est un calcaire bréchiforme, brisé originairement en fragments anguleux, recimenté ensuite en blocs rugueux par un tuf; dans les cavités sans nombre on rencontre des stalactites à l'état de formation.

Près de la chaussée, à une distance de 3 verstes, ce calcaire brisé et l'argile rouge à fragments s'étendent de Biouk-Lambat au-delà du village Koutchouk-Koï. Plus haut dans la pente, à une hauteur de 600—650 m. au-dessus du niveau de la mer, surgissent par places, dedessous les fragments calcaires, des conglomérats et des grès, et, un


SW
M. Schärkha 470
3.
Chaussée
M. Ai Todor 415
NE
NW
Chaussée
7.
M. Aiou Dagh 565
SE
M. Castel 441
WNW
M. Tschamny Bouroun 1212
905 M. Ouruga
4.
SSW
M. Tschamny-Bouroun 1212
5.
NNE
820
SW
WSW
M. Tschamny Bouroun 1212
6.
Ai Iori 565
Serugoze
628
ENE
Chaussée
M. Castel 441
ESE
NE
Échelle pour Profils 3. 4. 5. 6. 7. 8.
0 250 500 750 1000 2000 M
470
S c h à r k h a
470
S c h à r k h a
A
W
2.
1.
B.
Chaussée
M. Aiou Dagh 565
8.
Artek
SW
Parthenite
NE
Échelle pour Profils 1 et 2
0 100 200 300 400 500 1000 M
Parthenite
C
NNWN
D
SSES
Eboulements
R é r u p t i v e s
J u r a s s i q u e
Calcaire en débris
Roches sphérolitiques acides sodiques
Roches dioritiques
Roches porphyritiques acides
Mélaphyre
Schistes
Grès schisteux
Calcaire
A. Lagorio del.

peu plus à l'ouest, plus bas que la zone des grès, affleure, faiblement convexe, sur un certain espace, une masse cristalline entourée d'une ceinture noire. La superficie de cet espace cristallin, connu sous le nom de Charkha, est d'un $^1/_2$ kilomètre carré. La limite supérieure de la masse cristalline est à 500 m. au-dessus du niveau de la mer et l'inférieure à 400 mètres.

La structure de la montagne Charkha (planche A, prof. 1 et 2; planche C, carte du Charkha) fait voir que c'est un laccolithe typique. La roche éruptive est recouverte par dessus et sur les côtés d'une mince calotte de grès schisteux. Çà et là la calotte est érodée de manière à laisser voir la roche éruptive (fig. 1). Au contact les

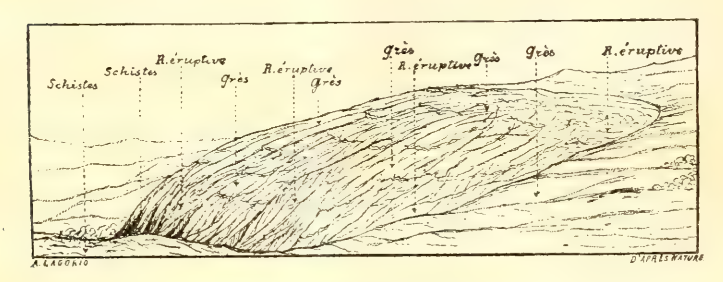


Fig. 1. Lakkolithe Charkha.

grès sont modifiés. Les pentes occidentale, orientale et méridionale de cette masse demi-sphérique sont recouvertes de schistes argileux supportant les grès. Au flanc méridional les schistes, métamorphosés, devenus durs et noirs au contact, montent la pente escarpée. Un peu plus haut ils sont enlevés, ainsi que le grès, permettant de voir la roche éruptive. Les rapports qui existent entre les roches sédimentaires et les éruptives sont indiqués dans les coupes et les cartes jointes et dans le dessin d'après nature. La roche, partout uniforme, d'un blanc sale, crypto-cristalline, consiste en une pâte microgranulitique composée de plagioclase, de grains de quartz et de feuillets subordonnés de biotite rougeâtre. Les cristaux porphyriques (labradorite) y sont peu nombreux et très petits. Peu d'apatite et de magnétite. La strucure est micrigranitique. La roche est quelque peu décomposée et renferme de la calcite. Elle doit être rapportée aux kératophyres (appendice, analyse 9). Au-dessous de la chaussée et dans la direction du Charkha au Parténite vient une série de rangées éruptives parallèles, formées de diorites quartzifères-augitiques à gros grain et à la structure pegmatoïde du feldspath. On y rencontre de la pyroxène rhombique et de la bastite. Le cap situé au sud du Tchoukourliar et du Parténite (appendice, analyse 10) est constitué par une roche d'un blanc tirant sur le bleu, analogue à celle du Charkha (planche A, prof. 1), mais à grain plus grossier.

Au niveau de la mer les affleurements cristallins commencent un peu plus au nord-est du village Koutchouk-Lambat, formant le beau cap Plaka. La séparation fortement sphéroïdale de la roche de ce cap a engagé Dubois à lui donner le nom de kugel-diorite.

Près du Karabakh il y a développement d'une roche à très gros grain, semblable à celle de l'Aïou-Dagh (on peut observer les filons presque jusqu'à l'Aï-Todor). Plus loin, devant le cap Plaka, se dresse la crête Biouk-Kaïa, constituée par une roche à gros grain, analogue à celle du Kastel. La roche du Plaka est un porphyrite quartzifère et un granophyre (micropegmatite). Au SW de ce cap on voit les schistes serrés d'une manière très intéressante entre la roche éruptive.

Plus loin, vers le SW, apparaissent des affleurements près des monts Tchoukourliar, Parténite, Kourklété et, enfin, au massif de l'Aïou-Dagh (565 m.). Le schiste noir argileux monte assez haut sur la pente escarpée de la montagne, adhérant fortement à la roche cristalline; il se présente sous différents degrés de métamorphisme et de passage à une roche cristalline, tout en conservant une schistosité grossière. Des rochers de cette structure sur les pentes nord et est témoignent d'un brusque plongement sous l'Aïou-Dagh (vers le centre de la montagne). Du côté NW, dans un voisinage moins proche de la diorite, le plongement dominant du schiste s'éloigne de l'Aïou-Dagh (vers NW) et, plus loin encore, vers le village Kourklété, où il y a un affleurement isolé de la roche éruptive, le plongement est inverse.

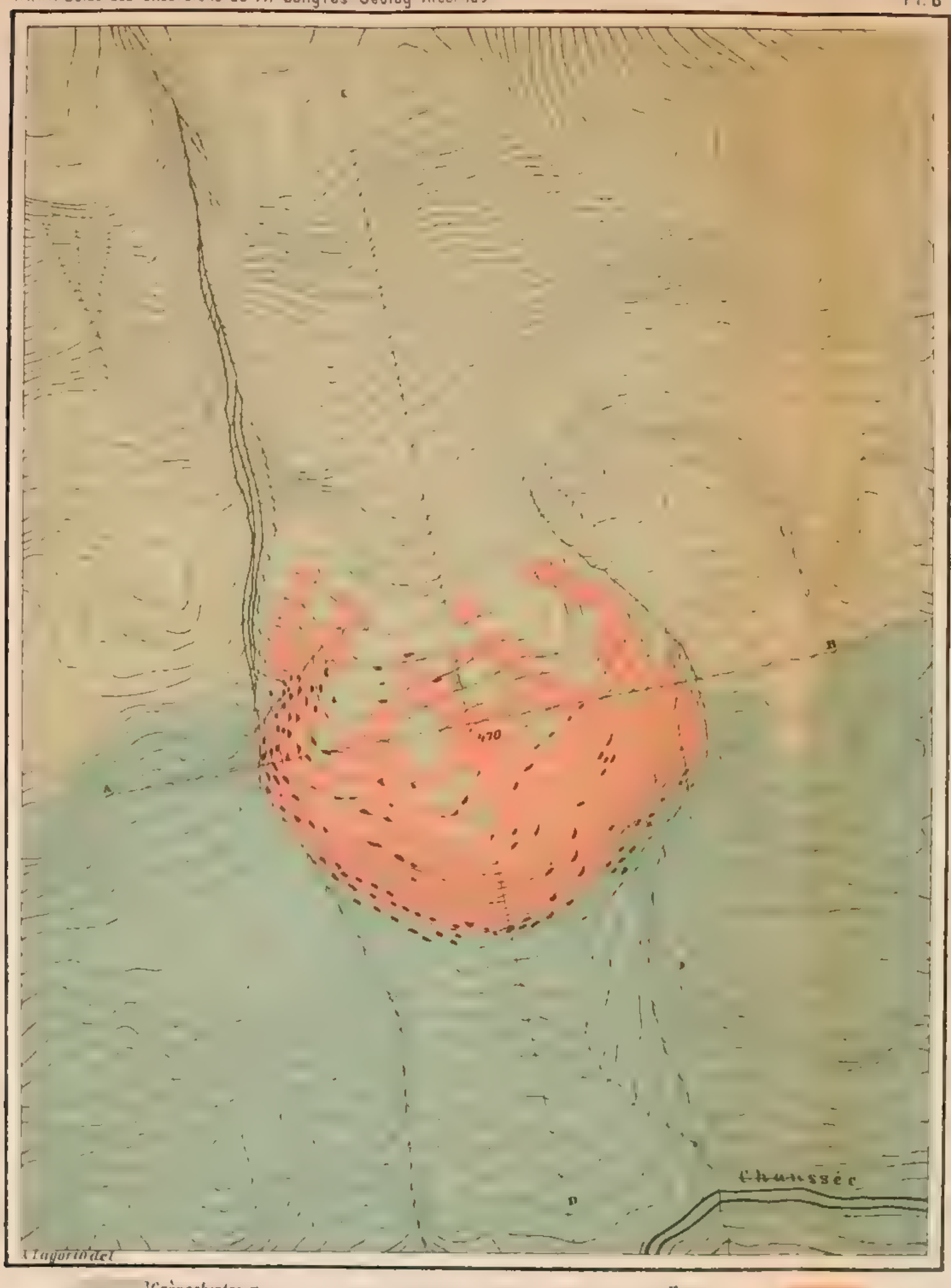
L'Aïou-Dagh a fait intrusion dans les schistes sur une longueur de $2^1/_2$ verstes, avec une largeur de 2 verstes (pl. A, profils 7 et 8). Les roches qui le constituent sont les mêmes que celles des massifs Tchamny-Bouroun, Ouraga, Kastel (Append. anal. 3). Diverses variétés d'une diorite quartzifère renfermant souvent une biotite brunâtre, sont la roche dominante: dans le promontoire qui se dirige vers la mer, on trouve aussi des types porphyritiques. Vers le SW, au pied de l'Aïou-Dagh, près d'Artek, affleure une roche jaunâtre *sphérolitho-granophyrique* acide (71 SiO_2), analogue, pour le magme et la structure, à la roche de l'Aï-Yori et du Séragoz, décrite plus haut.

Au-delà de l'Aïou-Dag les affleurements cristallins cessent.

A 5 verstes environ vers le SSW, près de l'Aïdanil, affleure, à 60 mètres au-dessus du niveau de la mer, une roche silicatée d'un vert clair, très finement grenue; aujourd'hui cet affleurement est presque imperceptible, car on a fait sauter les roches saillantes et on a nivelé le terrain en le transformant en vignoble. Cette roche-ci offre une pâte microscopique très finement grenue, fortement décomposée, devenue trouble à cause de la présence d'une matière opaque, sale, pulvérulente. Elle doit être considérée comme identique avec celles de Parthénite et de Charkha.

A partir de l'entrée de Parténite (près de l'auberge à 3 verstes de Biouk-Lambat), la chaussée serpente sur une distance de 8 verstes dans de nombreux ravins à bords abrupts, en descendant doucement dans leurs lits et s'élevant sur les lignes du partage des eaux. Plus

Carte du mont lakkolithique Scharkha.



haut que les ravins on voit à la surface une argile rougeâtre à fragments de schiste. A la 5-me verste de Biouk-Lambat, près du moulin à eau du village Dermenkoï, l'argile prend une couleur claire, devient calcarifère et acquiert une grande épaisseur. C'est la partie extrême de l'éboulement calcaire qui va jusqu'au village Dermenkoï, représentant un rameau latéral de la chaîne principale de l'éboulement. Cette chaîne principale descend du Babougan-Yaïla (non loin du mont Sakhal-kaïa) en suivant le courant de la petite rivière Poutamitza, coupe la chaussée près du village Kizil-tach et aboutit au bord de la mer entre les propriétés Sououk-Sou et Gourzouf: les roches au-dessus du village qui frappent le regard, le Guélin-kaïa (412 m.), le Kizil-tari (554 m.), le Kaliza (662 m.) et d'autres, en font partie, ainsi que le rocher littoral avec les ruines d'un castel et les rocs Adalar émergeant de la mer. La bande de l'éboulement de Gourzouf qui ressemble beaucoup au „Khaos" de Biouk-Lambat, recouvre dans la moitié supérieure de la pente des parties d'un grès gris et jaunâtre alternant probablement avec du schiste: cependant on peut admettre que quelques-uns des affleurements de ce grès appartiennent aux éboulements, étant hors de doute que la position primitive du grès se trouvait beaucoup plus haut (grès à gros galets, articles de crinoïdées, branches de coraux et autres restes fossiles), au col Gourbet-déré-bogaz (1335 m.) où cette roche constitue la surface du sol. Le grès contourne de là sur la pente nord où il occupe une vaste étendue en contenant par endroits des accumulations et des filons de charbon fossile. Des deux côtés du col, au-dessus du grès, s'élèvent des calcaires qui forment les plus hautes cimes des monts Taurides: le Roman-Koch (1541 m.) et le Zéïtin-Koch (1520 m.) au NE, le Démir-Kapou (1538 m.) au SW. Ces sommets ne sont pas visibles du versant sud, situés qu'ils sont près du bord nord du Yaïla (haut plateau).

A la 15-me verste de Biouk-Lambat la chaussée s'abaisse jusqu'à 168 m. au-dessus du niveau de la mer et franchit la petite rivière Abounda qui, à la suite de fortes pluies, cause souvent de grands dégâts dans les environs de Gourzouf. L'Abounda prend sa source au rocher calcaire du même nom, sommet dominant du rameau Gourzouf-Nikitsky du Yaïla (1470 m.). Après avoir dépassé l'entrée de l'avenue de Gourzouf, la chaussée remonte le talus schisteux jusqu'à une hauteur de 190 mètres.

A 17 verstes de Biouk-Lambat, à la station postale Aïdanil, le schiste est remplacé au niveau de la route par un grès gris verdâtre d'où des éboulements ont glissé au loin par la pente, en prenant une direction oblique vers les rochers escarpés du cap Nikitsky. Une verste au-delà de la station Aïdanil, à un petit soulèvement de la chaussée, le grès se recouvre d'un calcaire brisé en rochers pleins de fissures, en blocs et en fragments, entre lesquels se mêle de l'argile rouge. A partir de là (depuis l'entrée principale d'Aïdanil, propriété des apanages), à $1^1/_2$ verste vers l'ouest, derrière le village Nikita, la chaussée traverse l'éboulement calcaire de Nikitsky qui forme sur le bord de la

mer les rochers amoncelés en grande confusion du Cap Nikitsky atteignant une hauteur de 80 mètres. Après le village Nikita la chaussée est dominée par un groupe pittoresque de rochers calcaires, appelés Palékastron. Le calcaire y est aussi brisé, mais il ne s'abaisse pas au-dessous du niveau de la chaussée, à gauche de laquelle saille un coteau de schiste argileux. En descendant la pente dans la direction du jardin botanique Impérial, vient une alternance de grès et de schistes découpés en échelons (peut-être des éboulements). A la 5-me verste d'Aïdanil la route traverse un court éboulement escarpé de calcaire au-dessus du Magaratch, éboulement qui n'arrive pas jusqu'à la rive.

Sur la limite de la propriété des apanages Massandra, on voit une belle coupe de l'assise schisteuse, surmontée un peu plus haut par un calcaire dur bréchiforme, concassé et recimenté, sans couche intermédiaire de grès ni de conglomérats. De la Massandra Supérieure la chaussée descend peu à peu par le schiste; à droite s'abaisse en pente plus raide une bande d'éboulis calcaires qui, à la Massandra Inférieure, traverse la chaussée et forme plus loin, au-dessus de Yalta, vers le cap St-Jean, le mont Palikour, remarquable de loin par la couleur claire des éboulis et la blancheur du calcaire. La bande des éboulis de Massandra commence au Katmerler (1200 m. environ), sommet à l'angle du Yaïla et forme la crête angulaire bien visible du Yalamakh-syr, laquelle se dirige vers le SW par le mont Touwar-Ighérek (950 m.) et la terrasse Oura; après un intervalle schisteux au-dessus de la Massandra Inférieure, la bande de l'éboulement se termine par le mont Palikour (153 m.) au-dessus de Yalta. Au côté sud-ouest de l'éboulement, à une verste au nord des bâtiments de la Massandra Inférieure, par la route qui conduit à la cascade, on remarque un petit affleurement de grès et de conglomérats; plus loin au NW ces grès et conglomérats disparaissent sous d'énormes accumulations d'éboulis et de fragments. Le rocher Bala-kaïa qui se dresse du côté de la gorge, au-dessus du village Aï-Wassil, en paroi escarpée haute de 150 mètres, est un de ces éboulements. En face, dans la partie supérieure du côté gauche de la gorge, les couches de calcaire alternant avec une assise marneuse se dirigent vers NW avec un plongement de plus de 45°.

Dans le village Aï-Wassil et au-dessus du village Dérékoï on voit un grand développement de calcaires (entre 100 et 300 m. au-dessus du niveau de la mer) inclinés par places vers le SW; mais plus haut dans la pente réapparaît en assise puissante le schiste argileux.

II. De Yalta à Bakhtchissaraï.

Yalta (40° 30′ lat. nord, 3° 51′ long. or., méridien de Poulkowo), port et ville de district de 10,000 habitants, est reliée par une chaussée à Simféropol (90 verstes, par Alouchta), à Sébastopol (82 verstes) et à Bakhtchissaraï (74 verstes). Les vapeurs à passagers y arrivent presque chaque jour ou partent pour Odessa et le Caucase, en relâ-

chant aux ports qui se trouvent sur le passage. Tous les matins part une diligence pour Sébastopol et Simféropol. Les meilleurs hôtels sont: l'hôtel de Russie, de France; ensuite l'hôtel Central, le Grand Hôtel et. à bon marché, l'hôtel de Crimée.

Les parties littorale et centrale de Yalta sont situées sur une basse bande de terrain alluvial, réunissant les embouchures de deux rivières, au nord la Yalta ou Bala, à l'ouest l'Outchan-sou; mais la ville s'étend le long de la mer bien au-delà de ces limites et, du côté des montagnes, elle s'élève sur les pentes voisines, de préférence schisteuses. Ces pentes deviennent de plus en plus abruptes à mesure qu'elles s'approchent du bord rocheux du Yaïla. Le Yaïla a ici une altitude de 1200 à 1400 mètres et se trouve à une distance de 6—7 verstes du bord de la mer (en projection horizontale). Il borde le golfe de Yalta sans interruption du N au S et, si l'on y joint le rameau Mégabi (680 m.) qui s'étend au SW, Yalta paraît comme enceinte, de 3 côtés, par des hauteurs pittoresques.

Dans les environs de Yalta, de même que sur la route d'Alouchta, les éboulements ont exercé une grande influence sur la topographie et la structure du flanc littoral. Outre la bande du Yalamakh-Syr (près de Massandra) qui s'abaisse vers le cap St-Jean, apparaît un grand éboulement au NW. Cet éboulement atteint la ville près de la rivière Outchan-Sou et peut être désigné sous le nom d'éboulement d'Aoutka. d'après le nom du village Aoutka qui, depuis peu, fait partie de la ville. La base en consiste, comme ordinairement, en grands rochers écroulés de calcaire qui deviennent de plus en plus petits à mesure que l'on s'éloigne des masses premières et qui forment des collines et des rangées de blocaux, entremêlés d'argile rouge, ça et là plus ou moins calcarifères. Au SW de Yalta se trouve un éboulement non moins grand. connu sous le nom de Mégabi-Aï-Todor. D'abord cet éboulement a l'air d'un rameau du Yaïla, séparé de sa pente par une dépression schisteuse d'environ 700 m. au-dessus du niveau de la mer et se dirigeant au SE. vers le cap Aï-Todor. Le point culminant de Mégabi est à 810 m. d'altitude. Les roches principales de ce rameau sont un schiste argileux, des grès et, à la cime, un calcaire; ce calcaire, en glissant sur la pente tournée vers la mer, a formé un éboulement atteignant une largeur de 5 verstes (d'Oréanda jusqu'à Miskhor). A ces roches appartiennent les couches calcaires du Gaspra, alternant avec des argiles grises marneuses et sableuses, et plongeant vers NW et N ainsi que les masses rocheuses d'Oréanda et les escarpements du cap Aï-Todor.

Deux chaussées conduisent de Yalta au Yaïla Aï-Pétri, l'une par un schiste argileux au sud de la rivière Outchan-sou, l'autre, au nord, par la pente argilo-calcaire de l'éboulement d'Aoutka. A quatre verstes environ de la ville cette seconde route passe à droite de la rivière et, gravissant en zigzags le flanc boisé couvert d'argile à blocailles, de fragments de calcaires et parfois de grès, et passant devant les belles ruines des anciennes fortifications d'Issar, elle se réunit à la première à la hauteur de 320 m. A la cote 373 m. se trouvent une maisonnette

et un poteau portant l'inscription „Cascade". De là un sentier conduit à la cascade de l'Outchan-sou, qui tombe d'un calcaire stratifié plongeant vers NW. La cascade n'est belle qu'au printemps et après de fortes pluies.

A $2^1/_2$ verstes environ de la cascade, à une hauteur d'à peu près 500 m. au-dessus du niveau de la mer, il y a des deux côtés de la chaussée un affleurement d'une roche éruptive. Dans le schiste gréseux apparaît un grand dyke, traversant la route sur un espace de 50 m. La surface est complètement désagrégée et changée en partie en fer hydroxydé. La roche est composée d'assez grands plagioclases porphyriques décomposés et de tablettes et aiguilles du même minéral dans la pâte. L'augite et l'olivine (?) sont entièrement changées en matière chloriteuse voisine de la serpentine (optiquement négative) à agrégats fibreux radiaux et à sphérocristaux. De plus on y trouve de la calcite et de la limonite. La roche fait partie des porphyrites augitiques (Olivin-Weisselbergit, Rosenbusch).

Cet affleurement étant le dernier sur notre chemin par la pente du sud, il sera à propos de dire quelques mots des affleurements à l'W de Yalta, flanc méridional de la chaîne de la Tauride. Les roches éruptives y forment le plus souvent des dykes considérables, mais il y a aussi des intrusions du type laccolithique comme par exemple près d'Aloupka et de Moukhalatka et en quelques points au bord de la mer. Derrière le cap Aï-Todor, au sud, non loin d'Aloupka, on voit des variétés des roches développées sur l'Aïou-dagh, notamment une diorite quartzifère augitique et des variétés porphyritiques; près du cap Kikénéiz, au bord de la mer—de la porphyrite; au-dessus de la station du même nom et vers Liména—des porphyrites claires et foncées; encore plus haut (jusqu'à 900 m.) — un filon de mélaphyre rougeâtre décomposée qui, atteignant presque le niveau des calcaires, se termine dans les schistes, au passage Eskibogaz (Kikénéiz-bogaz). Entre Koutchouk-Koï et Moukhalatka le conglomérat est traversé de filons de porphyrite d'un vert clair et, près de Moukhalatka, d'une petite intrusion laccolithique d'une roche acide sphérolitique claire, analogue aux roches éruptives des alentours d'Alouchta que nous avons décrites. Plus loin vers le sud, près de Mélass, on observe des roches dioritiques porphyriques. Audessus de la chaussée s'étend en la traversant un pittoresque dyke dentelé d'un mélaphyre qui, sous forme de table verticale large de plusieurs mètres, domine les schistes érodés à plusieurs dizaines de mètres: ce dyke se prolonge sur une distance d'environ 500 m. depuis la route jusqu'à mi-côté. Des affleurements de porphyrites et de mélaphyres se voient plus loin près de Mchatka, de Foros, de Téséli et enfin près de Laspi, tant en bas, à la mer, qu'en haut, au-dessous de la propriété Laspi. Vers l'ouest les roches éruptives apparaissent une dernière fois à proximité de la mer, au-delà de l'Aï et de Balaklava, près du cap Phiolente. Nous en parlerons plus loin. Dans la partie la plus occidentale des monts Taurides, du côté nord, dans les vallées Warnoutka et Baïdar, on n'a jusqu'ici nulle part trouvé d'affleurements de roches éruptives.

Plus loin à l'est, dans la partie nord du Mégabi, il y a un développement considérable de grès, couverts aux abords de la route d'éboulis argileux à blocailles. Autant qu'on peut le remarquer, un schiste argileux supporte sur toute la montée la couche plus ou moins épaisse de ces éboulis. Le même schiste forme la dépression (700 m. au-dessus du niveau de la mer) qui sépare le Mégali du Yaïla. Sur la dépression la distance en ligne droite entre le calcaire du Mégabi et le calcaire du Pendikul, joint au Yaïla, est d'environ une verste. La chaussée contourne le Pendikul au sud et derrière la caserne de la chaussée elle s'approche du bord nord-oriental du rocher presque vertical (865 m. au-dessus du niveau de la mer), où l'on a arrangé une petite plate-forme entourée d'un parapet. De là on jouit d'une vue splendide sur les montagnes et la mer. On voit clairement que la partie supérieure escarpée de la pente consiste en un calcaire stratifié, jaune à l'extérieur, avec plongement vers NW, un peu plus fort que la direction locale du bord du Yaïla ne l'aurait exigé, si elle coïncidait avec la direction du calcaire; c'est la raison que les couches sont quelque peu inclinées vers le spectateur.

Derrière le Pendikul la pente devient de plus en plus raide et la chaussée fait de nombreux zigzags en détours très brusques. Les tranchées fraîches de la route permettent de voir que le calcaire stratifié à surface jaunâtre, à cassure d'un gris foncé et parfois brunâtre, est très compact et qu'il alterne avec des argiles grises marno-schisteuses. Il est surtout digne d'attention qu'en montant du Pendikul au bord du Yaïla, on voit à une distance de 2 verstes vers le SSW., au niveau de la route, les rochers blancs et nus de l'Aï-Pétri, consistant en calcaire massif dit „marmoréen" qui n'offre que des fissures (clivage) dans le sens de trois plans entrecroisés, sans aucune trace de stratification. Ce calcaire marmoréen que l'on observe dans la plupart des rochers saillant tant sur le flanc sud du Yaïla que sur son flanc nord, est généralement accepté par les excursionnistes en Crimée comme le représentant normal des étages supérieurs du système jurassique: il n'est cependant que le produit très récent de la désagrégation, de l'érosion et de la spathisation des dépôts jurassiques. Il recouvre comme d'un stuc les tranches des dépôts stratifiés et dans sa masse principale il consiste en brèche souvent cassée et souvent recimentée par de la chaux à l'instar d'un ancien travertin compact. Ce même phénomène s'observe en ses différentes phases sur beaucoup de points de la Crimée. Les dépôts jurassiques se voient aussi, peu altérés, à proximité de la chaussée au bord même du Yaïla (bien qu'à 100 mètres plus bas se rencontrent des rochers compacts isolés). Là, près du rocher Chichko (1184 m. au-dessus du niveau de la mer), est mis à nu un calcaire d'un jaune sale, à cassure de couleur foncée, alternant avec une argile grise marno-schisteuse. Ces dépôts, dans leur forme la moins altérée, apparaissent à 15 verstes de là, vers le NE, dans le col Outch-koch, au-dessus du village Aï-Wassil (localité d'accès difficile), notamment un calcaire faible, très argileux d'un gris sale, renfermant de menus

restes organiques (épines de cidérites, branches de coraux, articles de crinoïdes) et formant des couches d'un à plusieurs décimètres alternant avec des argiles grises marno-schisteuses. L'érosion des argiles aux escarpements, le brisement et la récimentation du calcaire n'excluent point la possibilité de la présence dans la roche de restes organiques, peu visibles, il est vrai, et difficilement retirables.

A partir du rocher Chichko où se trouve une caserne dite „caserne de la chaussée d'Aï-Pétri", la route coupe transversalement, dans la direction NW, le plateau du Yaïla, laissant à gauche le sommet du Bédéné-khyr (1318 m.) et, trois verstes plus loin, descend en nombreux zigzags du côté droit du long ravin Kourou-ouzen. En quittant le plateau du Yaïla il ne nous sera pas inutile de faire remarquer qu'on y trouve en plusieurs endroits des fragments d'énormes stalactites (d'un mètre de diamètre et même davantage) gardant souvent leur position verticale; çà et là on remarque même la base des grottes mêmes, preuve évidente de la puissante érosion des roches calcaires qui couronnaient autrefois le Yaïla actuel.

En descendant par le rocher Kourou-ouzen, on voit partout, dans les talus coupés récemment de la route, un calcaire jaunâtre (intérieurement gris) alternant avec une argile schisteuse grise et plongeant NW 20—30°. On voit aussi, mais rarement et surtout dans la moitié inférieure de la pente, d'énormes rochers compacts (éboulis et anciennes brèches recimentés par du tuf, ultérieurement spathisés). Ainsi, à la moitiè de la descente, à une hauteur d'environ 850 m. au-dessus du niveau de la mer, on trouve dans le calcaire gris de nombreuses épines de cidérites, des coraux, *Ostrea*, *Terebratula* etc.

Quatre verstes plus loin (600 m.) se trouve une source entourée d'une margelle et tout à côté un banc pour s'y reposer. Ici il vaut la peine de s'arrêter pour contempler la belle vue qui s'étend sur la vallée de la petite rivière Kokkoz et, plus loin, sur le Belbek. A gauche, séparé de la chaîne principale par la petite rivière Tchaan-baïr, se dressent le rocher Suïurukaïa (813—1020 m.), à droite le mont Biouka (790—1170 m.), séparé par la petite rivière Alatchouk qui coule dans un étroit ravin inaccessible à abruptes parois de calcaire. Ici aussi le calcaire se présente compact comme à l'Aï-Pétri; mais en examinant la montagne de divers côtés et en détail, nous y retrouvons l'alternance du calcaire et de l'argile marneuse, et une assise considérable de conglomérat intimement lié au calcaire. La stratification des couches, là où elle peut être observée, se dirige ordinairement vers le NW avec un plongement de 20 à 30° (parfois moins, parfois davantage) et, par places seulement, vers le S ou le SW. Si, au lieu du plongement des couches visibles, nous déterminons le plongement général de la limite supérieure des roches (depuis le pied du Pendikul jusqu'au pied du Suïuru-Kaïa) nous avons un pendage de 2° pour le schiste argileux et de $2^1/_2$° pour le calcaire (depuis le sommet du Bédéné-khyr jusqu'au sommet du Suïuru et du Biouka.

Après avoir franchi la rivière Tchaan-baïr, la chaussée longe la

rive gauche de la petite rivière Kokkoz. A une demi-verste en decà du village Kokkoz apparaît au jour, dans la berge gauche de la route, un grès gris jaunâtre finement grenu alternant avec une marne argileuse. Ce grès occupe une vaste étendue relativement basse (250—400 m. au-dessus du niveau de la mer) C'est surtout à droite, vers l'est, qu'il s'étend presque sans interruption en amont de la rivière Belbek, au-delà du village Stilion, en s'élevant sur la pente septentrionale du mont Biouk à plus de 600 mètres, et sur la pente sud des hauteurs d'Aïrgoul à 400 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le village Kokkoz est situé à 42 verstes de Yalta et à 32 de Bakhtchissaraï. On y trouve une hôtellerie tartare pouvant offrir trois chambres.

Maintenant que nous avons terminé la traversée de la principale chaîne des montagnes de la Crimée (le Yaïla) et de la principale masse des dépôts jurassiques, il nous semble à propos de fairé remarquer que les nombreuses sources arrosant les pentes, tant la méridionale que l'occidentale, jaillissent pour ainsi dire presque exclusivement à la limite inférieure des roches reposant sur le schiste argileux (calcaires, grès, conglomérats), surtout quand ces roches ne sont pas originaires, mais brisées en blocs et fragments. Dans les mêmes conditions d'abondantes sources jaillissent également des roches cristallines. Même le schiste argileux désagrégé peut alimenter des sources, mais en ce cas les eaux sont toujours peu abondantes et, en général, peu potables.

A une verste environ au nord de Kokkoz et à une demi-verste à l'est de la chaussée, se trouve une petite colline de 30 mètres de hauteur offrant un affleurement d'une roche cristalline porphyrique, entourée d'une ceinture de schiste argileux. De là au SW, à proximité de la chaussée, il y a un autre affleurement semblable.

Les masses éruptives ne s'y présentent pas en dykes, mais en intrusions évidemment mises à nu par l'action érosive de la Kokkoz. La masse arrondie, à droite de la rivière, consiste en une roche d'un vert foncé, d'apparence fraîche, enfermant d'assez gros cristaux porphyriques de feldspath et en une pâte également d'un vert foncé. Plus elle est décomposée, plus on y aperçoit distinctement les plagioclases devenus blancs: ils appartiennent à l'oligoclase. Les augites sont entièrement changés en chlorite fibreuse. La pâte (du second temps de consolidation) est formé de plagioclase, d'une petite quantité de magnétite et d'augite chloritisé, quelquefois accompagnés de carbonates, produit de la décomposition, et plus rarement d'épidote. Dans la roche encore plus décomposée à gauche de la chaussée, au-delà Kokkoz, on rencontre parfois du quartz. Les deux espèces de roches se rapportent aux porphyrites du magme dioritique. C'est le dernier affleurement de roche éruptive que l'on trouve par la route de Yalta à Bakhtchissaraï. Sa hauteur absolue est de 250 mètres. En aval de la rivière Belbek on ne rencontre plus d'affleurement, mais à son cours supérieur (la riv. Kokkoz tombe dans la Belbek), près des villages Koutchouk et Biouk-

Ouzenbach, à l'est du mont Biouka, les schistes sont traversés à une altitude de 430 m. par une porphyrite (Weisselbergittypus) qui se présente en dyke et qui ressemble à la porphyrite mentionnée plus haut que l'on trouve près Outchan-Sou, du magne mélaphyrogabbrique (au sens chimique). Quant à l'extension et au caractère des roches éruptives du flanc nord dans les vallées des rivières Bodrak, Alma, Salghir et en d'autres points, nous en avons parlé dans le guide à travers le Kara-Dagh. (Append. analyses 4, 20, 21 et 22).

A 4 verstes de la Kokkoz la route traverse la rivière Belbek qu'elle suit à droite. La vallée fluviale a ici une largeur d'une demi-verste et est couverte d'une récente alluvion d'argile caillouteuse disposée en terrasses. Dans les ravins du lit de la rivière on voit sous l'alluvion la tête d'un schiste argileux de couleur foncée plongeant à 40—50° vers le S. Au-delà du village Kourtler, à la 7-me verste de Kokkoz, à droite de la route, affleure, au pied des hauteurs d'Aïrgoul, le grès à grain fin que nous avons signalé comme se trouvant devant le Kokkoz; plus haut dans la pente, à l'est comme à l'ouest de la route, on voit des marnes, vertes en bas, rouges (grossièrement violacées) en haut, qui s'éboulent facilement, et des conglomérats—le tout d'une épaisseur de plus de 150 mètres. En dessus viennent au moins 100 mètres d'un calcaire dur, marmoréen, avec, galets qui constitue les rochers gris au-dessus des villages Kokkoulouz, Yanjou et Karlou. Ce calcaire est recouvert d'un grès jaune rougeâtre à grain inégal et à galets, intimement lié à des argiles et à un calcaire jaunâtre du système crétacé inférieur (à *Belemnites latus*, *Ammonites Asterianus* d'Orb., *Ostrea Couloni*, *Ancyloceras Duvalii Crioceras sp.*). Le calcaire gris sous-jacent est fortement spathisé et aussi pauvre en fossiles que le calcaire marmoréen de la chaîne principale. Comme il est directement recouvert de l'étage néocomien et qu'il repose sur le conglomérat et les marnes stratifiées qui s'élèvent à une hauteur considérable de la chaîne principale (Ouzenbach, Pamboukkaïa etc.), il se rapporte le plus naturellement à l'horizon supérieur du jurassique. Les premiers explorateurs Dubois, Huot, plus tard Er. Favre, avaient déjà signalé des calcaires particuliers à *Nerinea* et *Diceras;* après 1886, grâce aux travaux de Wlad. Sokolow dans les environs de Théodosia, l'existence de l'étage titonien a été clairement démontrée. Le calcaire de Kokkoulouz (et d'Aïrgoul) et les conglomérats et marnes sous-jacentes doivent être considérés comme un représentant originel du titonien.

Au-dessus du village Yanjou le néocomien atteint en Crimée sa plus grande hauteur, c'est-à-dire environ 700 mètres au-dessus du niveau de la mer. Dès lors le néocomien s'abaisse graduellement, avec un plongement d'environ 12° vers le NW, vers la rivière Belbek en traversant les villages Karlou et Otartchik. Son niveau s'abaisse dans la même proportion sur la rive droite de la rivière, où il traverse la chaussée à la 11-me verste de Kokkoz en se recouvrant de marne crétacée.

Cette marne faible, légèrement bleuâtre, alternant avec des roches plus dures et plus calcarifères, forme des éboulements blancs presque dépourvus de végétation. Elle contient du silex. Plus haut la marne passe en un calcaire crayeux qui constitue de beaux rochers d'un blanc jaunâtre au-dessus des villages Albat et Koutchouk-Suiren. L'ensemble des assises de marne et de calcaire est d'une puissance d'environ 400 mètres, le calcaire en occupant $^1/_8$ et même jusqu'à $^1/_4$. On rencontre dans le calcaire *Belemnitella mucronata*, *Crania*, *Inoceramus Crispii*. *Ostrea vesicularis*, avec coraux et bryozoaires. La partie supérieure du calcaire crétacé forme la crête et les points les plus élevés de la seconde chaîne de montagnes atteignant de 550 à 600 m. au-dessus du niveau de la mer. La crête crétacée s'étend presque sans interruption d'Inkerman à l'ouest, jusqu'au mont Aguermych, près de Stary-Krym, à l'est. Presque partout en Crimée les escarpements crétacés sont percés de nombreuses cryptes (cavernes artificielles), anciennes habitations d'après l'opinion générale, catacombes d'après quelques archéologues. Dans la gorge de la rivière Belbek on n'en voit que peu et seulement dans la paroi sud. A gauche de la rivière se trouve le petit village Tach-basty, dominé par un rocher élevé où se dresse une vieille tour qui faisait partie des fortifications construites par Justinien pour défendre l'accès de la Crimée montagneuse du côté nord.

A l'extrémité nord-occidentale de la gorge est situé le village Biouk-Suiren. Près de là la limite supérieure du calcaire crétacé s'abaisse jusqu'au niveau de la rivière (115—120 m. au-dessus du niveau de la mer). La craie y supporte une marne argileuse nummulitique grise formant une cavité à l'est de Biouk-Suiren et passant plus haut à un calcaire nummulitique. En dehors de quelques espèces de nummulites on y trouve *Orbitolites Fartisii* d'Arch., *Spondylus striatus*, *Ostrea gigantea*, *Turitella imbricataria Voluta*, *Mitra*. Du côté droit de la Belbek l'étage nummulitique est fortement érodé, mais aux lignes du partage des eaux il atteint souvent une puissance de 80 à 100 mètres. Le bord du calcaire nummulitique s'éloigne ordinairement de la crête crétacée vers le NW à une distance de 2—3 verstes et, rarement, de quelques centaines de mètres; il y a cependant des endroits où sa limite coïncide avec la limite de la craie, par exemple dans la gorge d'Alma; encore plus loin à l'est, près de Simféropol, l'étage nummulitique refoule pour ainsi dire les assises crétacées supérieure et moyenne, en reposant immédiatement sur le conglomérat néocomien.

A une verste environ au-delà de Biouk-Suiren la chaussée quitte sa direction nord-occidentale pour tourner vers le nord en s'éloignant de la rivière Belbek vers le côté droit et en gravissant la pente occidentale peu inclinée du calcaire nummulitique. Cette pente se recouvre insensiblement d'une couche de plus en plus épaisse de marne blanche souvent très argileuse de l'étage méditerranéen à *Spaniodon Barbotii*. La marne constitue une large vallée longitudinale (à 100 m. environ au-dessus du niveau de la mer) séparant la seconde chaîne de montagnes de la troisième qui s'élève ici jusqu'à 300 m. au-dessus de la mer.

La partie supérieure et rocheuse de la vallée est formée de calcaire sarmatique à *Mactra podolica* qu'on voit recouvert, dans la partie la plus élevée d'une couche d'épaisseur inégale d'argiles rouges à galets et cailloux, probablement un reste du pliocène récent érodé. La marne méditerranéenne, coupée par la voie ferrée et la chaussée de Bakhtchissaraï avait été considérée par Huot comme marne crétacée, opinion qui a beaucoup nui à sa carte géologique. Cette roche, ressemblant à la craie par sa blancheur et sa friabilité, ne semble être de la marne qu'à la surface du sol, tandis que dans la profondeur c'est une argile schisteuse compacte de couleur foncée; sous cet aspect et peu altérée, elle se montre aux alentours de la rivière Alma et près de Simféropol où un forage en a traversé plus de 200 mètres.

La chaussée traverse deux fois la voie ferrée; puis se dirigeant au NW et franchissant par un pont la vallée occupée par des jardins de la rivière Katcha, elle entre par l'ancien faubourg Azis dans la ville de Bakhtchissaraï.

III. Bakhtchissaraï — Sébastopol.

Bakhtchissaraï (44°65′ lat. nord, 3°33′ long. est, méridien de Poulkowo), jusqu'en 1783 chef-lieu des khans de Crimée, conserve jusqu'ici son caractère oriental tartare; des 14500 habitants, deux mille tout au plus sont chrétiens et quelques centaines karaïmes ou juifs. Dans la ville il y a beaucoup de mosquées, de fontaines et de boutiques; ces dernières sont disposées sur une ligne presque continue des deux côtés d'une longue rue étroite mal pavée, appelée Rue du Bazar. C'est la seule rue de la ville; les autres ne sont que des ruelles irrégulières ou même de simples passages. Dans la Rue du Bazar il y a un hôtel mi-européen et beaucoup de „cafés" tartares (auberges). Cette rue est ordinairement très animée: là on forge, on coud, on cuisine et on vend toutes sortes d'objets. Dans les boutiques on trouve un grand choix d'articles tartares: les voyageurs y achètent des tchadry (voiles) brodés d'or, des pantoufles, des sacoches, des ceintures etc. Toutefois la curiosité principale de la ville qui mérite surtout l'attention des voyageurs, c'est le palais du khan avec ses jardins et ses mausolées. Quoique ce ne soit plus là le palais historique qui a beaucoup souffert d'un incendie au siècle dernier, on l'a autant que possible restauré et on le conserve avec soin.

La ville de Bakhtchissaraï est située dans un profond défilé qui s'étend sur une distance d'environ 5 verstes de l'orient à l'occident. Dans la même direction coule au fond du défilé un ruisseau très boueux, le Tchouriouk-sou qui sert d'égout à la ville. La ville a sa plus grande largeur dans sa moitié occidentale, où se réunissent les trois embranchements de la gorge, sans dépasser cependant la largeur d'une verste. A l'extrémité orientale vient immédiatement un faubourg de tziganes. Salatchik: plus loin s'ouvre une étroite vallée où l'on aperçoit, creusée

dans le rocher, une vieille église, attachée au monastère Ouspensky (de l'Assomption). En face de cette église, sur un rocher inaccessible s'élevant à plus de 100 mètres au-dessus de la vallée et à 400 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, se trouvent les ruines originales de l'ancienne forteresse. De nombreuses cryptes s'aperçoivent partout dans les pentes. Le rocher est un calcaire crétacé plongeant ici presque vers l'ouest et remplacé dans la ville par un calcaire nummulitique.

En partant de Bakhtchissaraï, par Karalèze et Choulu, pour Sébastopol, il faut d'abord rebrousser chemin vers le faubourg Azis et la rivière Katcha jusqu'à Biouk-Suiren et, à la 3-me verste de la ville, tourner à droite en traversant la rivière Belbek près du village Kabarta. De là la route va pendant 8 verstes dans la direction du sud en s'élevant doucement sur le calcaire crétacé. A gauche, sur le flanc crétacé, s'élèvent des collines nummulitiques et des rochers échappés à l'érosion, d'abord le Trapan-tépé (260 m.), à deux verstes de là le Ouzoun-tarla (environ 300 m.); à droite du chemin les rochers nummulitiques s'étendent sans interruption jusqu'au delà du hameau Karalézy (Grand-Karalèze et plus loin Karalèze-Supérieur) atteignant en cet endroit jusqu'à 350 mètres de hauteur. Ici le bord de l'étage nummulitique tourne vers l'ouest et l'étroite gorge se termine des deux côtés par des roches de calcaire crétacé. Devant les yeux apparaît le grandiose Mangoup-Kalé (ou simplement Mangoup) entouré de tous les côtés de profonds ravins et formant comme une île rocheuse. A l'angle NW de sa base, à la 20-me verste de Bakhtchissaraï, se trouve une source, entourée d'une margelle, dite „fontaine", près de laquelle le chemin dévie vers le village Khodja-sala. Un sentier raide conduit du village au Mangoup, mais l'ascension en est très difficile. Le meilleur chemin à prendre est à l'ouest, par l'ancienne avenue de la forteresse, mais il n'est également praticable qu'à pied ou à cheval.

Le plateau supérieur du Mangoup occupe à peu près une demi-verste carrée; son point culminant est à 580 m. au-dessus du niveau de la mer et à environ 280 m. au-dessus de la vallée qui y est contigue du côté du sud. Au-dessus du bord rocheux de ce plateau, à 50—60 mètres plus bas que le point culminant, sort une source constante de bonne eau, à la température, en juillet, de + 9,7° C., fournissant journalièrement 1200 seaux (14400 litres). Dans la pente escarpée latérale du Mangoup il y a beaucoup de cryptes dont quelques-unes renferment des ossements humains. Dans les décombres de la surface du plateau les pluies mettent souvent à jour d'anciennes monnaies. L'origine et l'histoire de la forteresse du Mangoup sont restées très obscures, quoique cette montagne ait joué un grand rôle dans les sort de la Crimée. Lors de l'invasion tartare c'est là seulement que les Goths se maintinrent assez longtemps. A l'extrémité orientale du Mangoup se sont conservées jusqu'à nos jours les ruines du castel et les murs de la forteresse. Aujourd'hui le Mangoup est inhabité. Les derniers habitants (karaïmes-nomades) vus par Pallas, ont émigré en 1800.

Une bonne route carrossable continue depuis la fontaine dont nous avons parlé plus haut vers le sud, sur une distance de trois verstes, dans la profonde gorge Ouraous qui longe le Mangoup à l'ouest. Après avoir contourné l'angle droit des rochers de craie (El-bouroun, 522 m. au-dessus du niveau de la mer), elle tourne brusquement vers l'ouest et descend peu à peu, sur une marne crétacée couverte de buissons, au village Choulu. Choulu est situé dans une vallée étroite (180 à 190 m. au-dessus du niveau de la mer) allant de l'E à l'W. A l'ouest du village s'étend dans la vallée un beau verger de vieux noyers (Juglans regia), plantés, à ce que l'on croit, au siècle dernier par le célèbre naturaliste Pallas, à qui appartenait cette propriété. Le chemin suit le côté droit de la vallée à la base d'une marne crétacée blanche, tandis que la pente gauche, couverte d'un taillis, se distingue par la couleur rouge jaunâtre des grès néocomiens. Derrière le verger le néocomien apparaît aussi sur le côté droit de la vallée, à proximité du chemin. Sous le néocomien affleure un calcaire grès dur, analogue à celui que nous avons vu sous le néocomien à Kokkoulouz, Yanjou et Aïrgoul, qui, comme nous l'avons dit plus haut, doit être attribué au titonien. Ce calcaire offre ici les traces d'un fort dérangement: d'énormes rocs, détachés de la masse principale, se montrent inclinés dans diverses directions; ils ont tous un aspect lavé et poli et sont entremêlés des grès néocomien superposés qui passent souvent à un calcaire jaunâtre. A droite de la route, sur le calcaire gris, s'élève à une hauteur de quelques mètres un rocher original, brèche cimentée par un tuf calcaire bordant par couches une caverne triangulaire. La polissure du calcaire gris est surtout frappante au sud de la route principale de Tchorgoun, sur un espace de plusieurs verstes carrées qui se trouve sur le chemin des villages Koutchki, Oupou, Alsou; il fait l'impression d'un calcaire qui avait été lavé longtemps par les ondes ou frotté par les glaces. Parfois le grès néocomien se montre intimement cimenté à la surface poli du calcaire. Ces traits mentionnés pourraient au reste être expliqués par le glissement de lourdes masses du grès néocomien assez friable, habituellement aquifère, sous la pression d'en haut d'une énorme assise de craie non encore érodée. Que la craie ait pris part à ces mouvements, cela résulte du glissement des collines considérables dans les environs des villages Koutchki et Tchorgoun (du côté opposé au plongement des couches) au-dessous du néocomien et même plus bas que le calcaire poli qui le supporte. Les énormes dislocations chaotiques dans cette région semblent être en rapport avec le creusement de la gorge sauvage de la rivière Tchornaïa entre les villages Biouk-Mouskomia et Tchorgoun. Les relations anormales du calcaire titonien, du néocomien et de la marne crétacée, s'observent aussi sur notre route au moment où elle entre, à une demi-verste de la caverne à brèche, dans la large vallée „Flawous“: à droite on y voit sur 40 mètres du calcaire gris, 40 mètres du néocomien, et, à côté, vers l'ouest, la marne crétacée descendant jusqu'à la base de la pente; à gauche de la vallée on aperçoit au même niveau le néocomien du mont Kara-baïr.

De Flawous la route se continue sur 4 verstes vers le SW par la marne crétacée, jusqu'au village Werkhni-Tchorgoun (Nijni-Tchorgoun est situé à une verste de là vers le sud-est); au-delà du village elle fait un brusque coude à droite, à travers une faible dépression (46 mètres au-dessus du niveau de la mer) où affleurent des couches sableuses néocomiennes brunes ou grises. Le néocomien s'appuie, ici aussi, à un rocher de calcaire gris (invisible du chemin), au sud duquel coule la petite rivière Tchornaïa. Ce calcaire, caché sous des éboulis rouges, forme la pente abrupte boisée du mont Dermen-baïr (environ 200 m.) sur le sommet duquel se trouve le monument italien. De la dépression de Tchorgoun s'ouvre vers le NW une vaste vue sur le cours inférieur de la Tchornaïa, appelé Vallée d'Inkerman, connue par la bataille sanglante du mois d'octobre 1854. A gauche s'abaisse une vaste pente, bornée au sud-ouest par une arête peu élevée que traverse la route de Yalta; au sud-est cette pente s'adosse au Dermen-baïr, au nord-ouest au Sapoun-gora. La partie inférieure seule est occupée par de basses collines de marne crétacée, appelées Hauteurs de Fédioukhine. Le reste de l'espace est occupé, sous la couverture du sol de la surface, par un grès néocomien calcarifère qui n'à pas ici sa couleur habituelle jaune raugeâtre. Dans la partie supérieure de la pente, à 60—100 m. au-dessus du niveau de la mer, apparaissent en plusieurs points les roches cristallines, surtout du granite. Les affleurements des roches cristallines out peu d'étendue et ne se présentent que sous forme de petits fragments, rarement de blocs.

A l'est de la colline néocomienne traversée par la route (120 m.), à une distance dénviron $^{3}/_{4}$ de verste, on voit dans une des tranchées de l'ancien camp sardinien le contact de la roche éruptive avec les conglomérats (jurassiques) et le grès. La position de ces roches au-dessus du conglomérat et au-dessous du néocomien indique qu'elles sont du même âge que toutes les autres roches éruptives développées en Crimée. Les nombreuses variétés des roches qu'on trouve en cet endroit appartiennent par le type chimique de leur magme à une même série granito-dioritique (anal. 5 et 6). Presque tout l'espace étant couvert de buissons, il est assez difficile de remarquer les divers affleurements, même dans les tranchées. A la 13-me verste, au nord de la chaussée, apparaissent au jour de véritables granitites à biotite (granites de Michel Lévy) à gros grain, d'un gris clair et rougeâtre, composées d'orthose perthitique régulièrement réuni au quartz granitique (pegmatite graphique), d'une petite quantité de plagioclase et de biotite brune. Outre la granitite qui apparaît en quantité relativement restreinte, on y trouve du granite à amphibole, du porphyre granitique (microgranulite), du granite à augite, de la diorite quartzifère à mica et pyroxène, toutes ces roches étant riches en quartz. La microstructure ne révèle aucun indice de dynamo-métamorphisme.—Plus loin, à la 14-me et la 15-me verste, on recontre des roches nettement porphyriques, notamment du porphyre quartzifère à dihexaèdres de quartz arrondis et corrodés typiques, à mica ou augite, à orthose et parfois

à plagioclase. La structure est microgranitique (microgranulitiques M. L.). — A la 15-me verste il y a développement de roches en tout identiques avec les roches sphérolitiques près de l'Artek et au Séragoz que nous avons déjà décrites. Jaunâtres et rougeâtres et ressemblant beaucoup au porphyre à orthose (analyses 12, 13, 14, 15) elles sont composées d'anorthose porphyrique, de quartz en cristaux, de très rares aiguillettes d'aegirine, parfois d'un peu d'amphibole sodique verte et de mica clair verdâtre, comme éléments de première consolidation; la pâte prédomiue et consiste en gros sphérolithes fortement polarisant (quartz + feldspath) de structure fibreuse qui enveloppent parfois les cristaux de quartz, mais jamais de feldspath, et qui sont entremêlés d'une petite quantité de quartz. Ces sphérolithes acquièrent souvent une structure granophyrique (micropégmatoïde, à étoilements M. L.) et passent enfin à un mélange panidiomorphe de feldspath et de quartz (poikilitic. Williams). Ces formes de structure offrent tous les moments du passage. — De là vers le nord, à une verste de la rivière Tchornaïa, il y a affleurement, entre le mont Gasfort et les hauteurs de Fédioukhine, de diorites quartzifères à pyroxène, accompagnés d'une faible quantité de biotite et de micropegmatite déjà décrite, composée de quartz et d'orthose (Kastel-Aïou-Dagh).

A l'ouest, dans le Sapoun-gora, le grès néocomien disparaît sous le miocène, mais à l'extremité nord de cette montagne, en face d'Inkerman, un calcaire nummulitique, crétacé vers le bas, vient se montrer du-dessous le miocène.

A partir de la dépression de Tchorgoun on voit s'étendre sans interruption, à droite de la rivière Tchornaïa, la marne crétacée s'abaissant doucement vers Inkerman. Le néocomien mis à nu à la dépression, apparaît encore çà et là dans la direction NW de l'Aràlakh-baïr, pour se cacher enfin sous les éboulis. La différence du niveau du néocomien à droite et à gauche de la rivière dépasse 40 et même 50 mètres. La faille à laquelle nous avons affaire ici, semble avoir produit les marais de la vallée d'Inkerman: le grès aquifère du côté gauche bute ici contre des coupes d'autres couches moins perméables. Ce n'est que dans ces dix dernières années que la croissance graduelle des dépôts d'alluvion, amenés dans la vallée par les eaux de pluie, a fait reculer le marais plus près de l'embouchure de la rivière. A la même faille empêchant l'eau de s'écouler du grès, doit être attribué le résultat favorable de la recherche de l'eau, nécessaire aux besoins de Sébastopol, entreprise en 1896 par l'ingénieur A. Conradi.

Près d'Inkerman la faille semble disparaître (peut-être se termine-t-elle en coin); du moins n' y voit-on plus de désaccord etre le niveau du calcaire crétacé formant les rochers escarpés à droite, près de la cénobie d'Inkerman, et de celui du côté gauche, près de la station du chemin de fer Inkerman, où on l'extrait dans d'énormes carrières. Ici comme là, le calcaire crétacé est recouvert de calcaire nummulitique, facile à reconnaître de loin par la teinte bleuâtre des surfaces rocheuses dominant les ruines d'Inkerman (au-dessus de la cénobie, à

50—60 m. au-dessus de la mer). S'abaissant vers le NW, le calcaire nummulitique va disparaître sous le niveau de la mer derrière l'embouchure de la Tchornaïa, quelque peu à l'ouest du Nijni-Maïak (phare inférieur) où il forme la base de la pente. Le calcaire supporte environ 55 mètres de marne blanche (de l'étage méditerranéen), très susceptible de s'ébouler, supportant à son tour jusqu'à 30 mètres de calcaire sarmatique. A gauche de la Grande-baie (rade) le calcaire nummulitique, plongeant à 6—7° vers N 30° W, disparaît sous le niveau de la mer près du ravin Troïtskaïa, point, appelé Khoutor № 42 par les militaires. Ceci étant en désaccord avec la ligne d'orientation, il y a lieu de supposer une cassure des couches et une faille se dirigeant le long de la Grande-baie avec un affaissement de la lèvre nord d'au moins 60—70 mètres. Il mérite d'être mentionné qu'ici le déplacement est inverse à celui du néocomien sur la rivière Tchornaïa près des hauteurs Fédioukhine.

Le bord nord de la Grande-baie qui présente de meilleurs affleurements que celui du sud, est découpé par une série de petits golfes (débouchés des ravins) correspondant à des groupes de couches friables, facilement attaquables par l'eau. Le premier de ces petits golfes à l'ouest du phare s'appelle Soukharnaïa; ensuite vient Golandia, et à l'extrémité, Séwernaïa.

Dans le ravin Soukharnaïa et plus loin, vers la petite baie de Golandia, au bas de l'escarpement littoral, on voit à découvert une marne de l'étage méditerranéen avec plongement d'environ 4° vers le NW. On y trouve *Spaniodon Barbotii, Pentacrinus Inkermanensis* et écailles de poissons. Un horizon de la partie supérieure de la marne abonde en individus des espèces *Helix, Planorbis, Cyclostoma.*

A mesure que l'on s'éloigne vers l'ouest, l'angle du plongement diminue, bien que d'une manière inégale. Entre les golfes Golandia et Séwernaïa domine le calcaire sarmatique contenant souvent du sable et des cailloux et interstratifié d'argiles également plus ou moins sableuses. On y trouve en profusion: *Mactra podolica, Tapes gregaria, Ericillia podolica, Cardium obsoletum, Cardium plicatum, Trochus podolicus* etc. Encore plus loin vers l'est, depuis le golfe Séwernaïa jusqu'au rempart Konstantinovsky, il y a prédominance nette d'argiles, à la surface rouges, marneuses, renfermant des concrétions calcaires, dans les profondeurs souvent grises et gypsifères. A l'ouest de Golandia la plupart des puits fournissent une eau salée.

(Les dépôts pliocènes caractéristiques à Dreissenia ne peuvent être observés qu'à 10 verstes de là, vers le nord, sur le faîte entre les plaines de la Belbek et de la Katcha).

Sébastopol (44° 37′ larg. nord, 3° 10′ long. est, méridien de Poulkowo), port militaire et commercial et résidence d'un préfet, est situé sur les mêmes couches sarmatiques faiblement inclinées vers NW qui se voient à découvert au bord nord de la Grande-baie (rade). Les meilleurs hôtels sont: l'Hôtel de Kist, le Grand-Hôtel, l'Hôtel de Wetzel: l'Hôtel du Nord et l'hôtel Belle-vue sont à meilleur

marché. La ville a pour promenades: le **Boulevard littoral** où il y a un restaurant et des bains: le boulevard des enseignes de vaisseaux (**Boulevard mitchman**) avec le monument de Kazarsky; le **Boulevard historique** à l'endroit du 4-me bastion, devenu célèbre à la guerre de Crimée.

Les alentours les plus visités de Sébastopol sont: **Inkerman** avec les restes d'une ancienne fortification et une église creusée dans la roche; **Malakhow-kourgan** devenu célèbre par la défense de Sébastopol en 1854—1855; le **monastère de Chersonèse** près duquel s'exécutent les fouilles de l'ancienne Chersonèse et qui possède un musée archéologique; le **monastère de St. George** avec son bel escarpement littoral qui laisse voir sous l'assise des dépôts tertiaires les roches éruptives les plus récentes et diversement colorées. Sur la route menant au monastère de St. Georges se trouvent les cimetières français et anglais.

Les affleurements près du monastère de St. Georges commencent à 5 verstes vers le NW du cap Phiolente au niveau de la mer; s'élevant peu à peu et s'étendant le long de l'escarpement littoral jusqu'au ravin Karanskaïa à l'est du cap, ils atteignent une altitude absolue de 60 mètres. Les roches forment de grands et puissants dykes presque verticaux, perpendiculaires au contours du rivage (fig. 2); plusieurs gran-

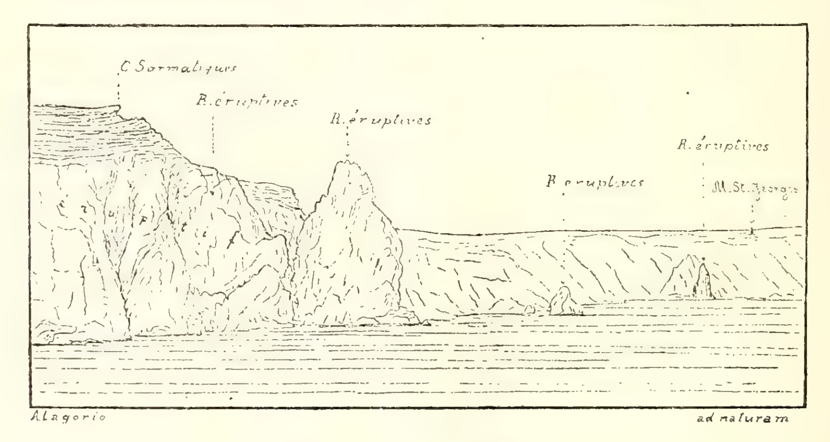


Fig. 2. Le cap Phiolente.

des pierres des mêmes roches émergent dans la mer, au golfe près du monastère. Il y a développement de trois espèces de roches: de kéraphyres acides clairs, formant la masse principale et occupant tout l'espace entre le cap Phiolente et les rochers à l'est du monastère de St. Georges: d'une diorite quartzifère à pyroxène à gros grain et d'une mélaphyre basique affleurant du côté oriental de la baie et plus loin, à l'est, vers le ravin Karanskaïa; du côté de la mer ces roches-ci sont

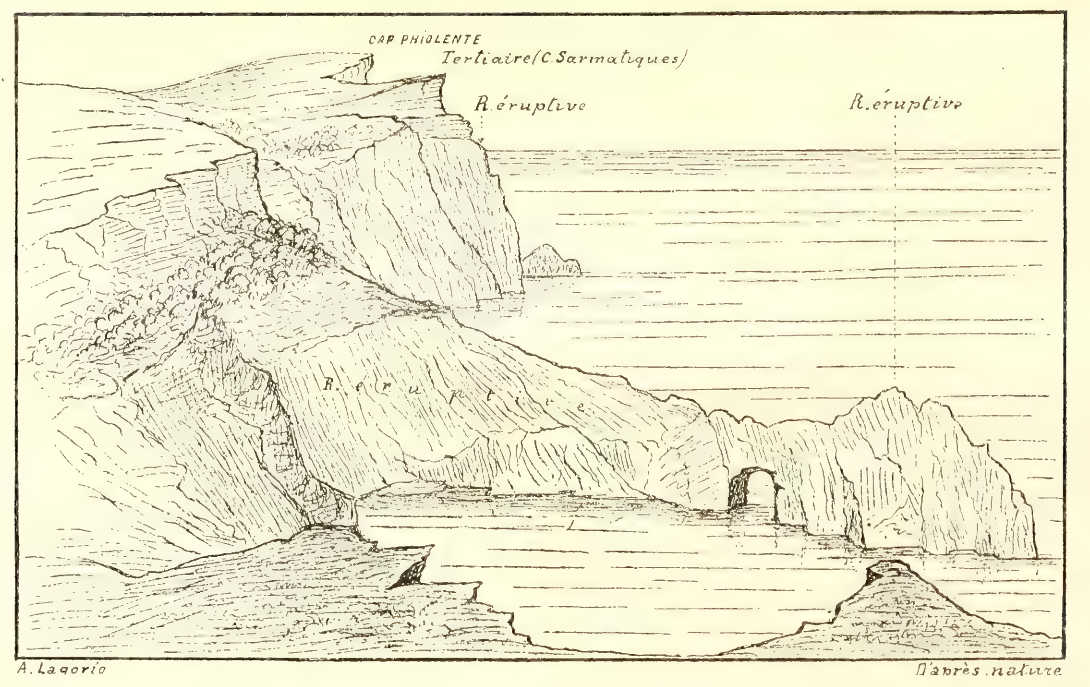


Fig. 3. Grand dyke éruptif à l'ouest du cap Phiolente.

peu accessibles; on ne peut y arriver que dans la partie supérieure de l'escarpement. A l'ouest du cap Phiolente un dyke des premières roches d'un accès difficile s'avance loin dans la mer formant une sorte de porte naturelle (fig. 3). Les affleurements les plus accessibles se trouvent au-dessous du monastère de St. Georges. La cassure fraîche des roches, jaunâtre, verdâtre, gris clair ou brune, est cryptocristalline avec petits cristaux de feldspath porphyrique. Il y a aussi des roches tout à fait blanches avec très petits cristaux de pyrite. Les roches sont riches en SiO_2 (jusqu'à 74%) et Na_2O (analyses 16, 17, 18, 19). Le feldspath porphyrique, différent dans les divers types, offre l'andésine, l'oligoclase, et même la labradorite, le plus souvent l'anorthose; la pâte à grain très fin (au microscope) consiste en plaques de feldspath (albite ou orthose sodique?), en cristaux de quartz idiomorphes (le quartz porphyrique de première consolidation fait entièrement défaut), en de rares microlites de pyrovène. La structure est pilotaxitique, fluidale, granophyrique, sphérolitique, microgranitique (Rosenbusch. Microlitique et microgranulitique Michel Lévy). La pyrite est assez repandue, l'apatite se rencontre quelquefois, la magnetite manque partout. La diorite quartzifère à pyroxène, du même type qu'ailleurs, est évidemment plus âgée que les kératophyres et la mélaphyre qui est très désagrégée. A l'est, vers le cap Phiolente, il y a entre les dykes kératophyriques des tufs verts très décomposés, avec forte teneur en calcite et des inclusions d'agrégats radiaux sphérolithiques de pistacite. Les roches acides de cette localité sont probablement plus récentes que les autres roches éruptives de la Crimée, mais elles appartiennent à la même époque géologique. Le plus probablement ces roches éruptives ne présentent, à l'instar de celles du Kara-Dag, qu'un faciès péripherique du massif cristallin de Tauride.

Appendice. Analyse de quelques-unes des roches typiques [1]).

1) Diorite quartzifère à pyroxème du Tchamny-Bouroun. Roche à gros grain.
2) Roche à gros grain du pied du Biouk-Ouraga.
3) Aïou-Dagh, texture à gros grain.
4) Kourtzy près de Simféropol, porphyrite quartzifère.
5) Diorite quartzifère à pyroxène à gros grain qu'on trouve au nord de Kamary près de Balaklava.
6) Granitite à biotite, à gros grain, provenant du même lieu.
7) Porphyrite quartzifère; Castel près d'Alouchta.
8) Porphyrite quartzifère (kératophyre). Cap derrière le Koutchouk-Ouzen à l'est d'Alouchta.
9) Roche du Charkha (kératophyre microgranulitique).
10) Roche du cap Parténit (kératophyre microgranulitique).
11) Roche d'Aï-Danil.

---

[1]) Analyses faites par A. Lagorio dans le laboratoire du Cabinet minéralogique de l'université de Varsovie.

Analyses.

	1.	2.	3	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20	21.	22.
SiO_2	56.17	55.69	56.61	54.10	62.22	72.60	56.71	69.71	65.97	70.50	76.23	74.57	71.39	66.52	76.05	74.27	74.09	72.34	74.92	52.61	49.99	51.96
Al_2O_3	16.50	14.20	15.55	15.91	23.29	15,48	17.92	16.51	17.50	15.90	15.11	11.58	10.20	19.42	9.24	13.59	12.48	14 07	13.21	18.94	15.11	20.47
Fe_2O_3	10.60	11.52	12.66	7.18		1.52	8.13	1.50	2.17	1.03		3.77	6.52	1.04	4.19	2.03	2.15	2.92	0.87	9.60	14.25	9.55
CaO	6.97	8.14	5.90	6.91	6.21	1.71	7.67	1.89	2.69	1.57	0.60	0.35	0.61	0.56	0.23	0.73	0.60	0.41	0.40	9.14	6.04	4.14
MgO	2.21	1.62	2.07	5.83	3.22	1.50	4.27	0.34	1.20	1.42	0.12	0.38	0.91	0.19	0.38	1.32	1.08	1.27	0.71	3.56	4.71	2.27
Na_2O	2.94	4.01	3.15	3.76	2.69	3.46	2.59	4.56	4.41	4.90	5.38	3.98	5.28	9.83	3.96	4.66	5.01	6.28	4.92	2.62	3.52	3.90
K_2O	0.75	1.00	1.07	0.64	1.27	3.32	0.44	1.35	1.76	2.70	1.90	3.70	2.21	1.11	4.10	0.81	1.52	1.13	0.66	0.86	1.42	2.15
H_2O	3.01	3.15	3.50	3.98	0.14	0.92	3.22	3.85	4.19	1.21	1.17	1.04	1.94	0.81	1.23	1.42	2.42	1.41	3.57	3.27	4.78	5.65
$c =$	99.15	99 33	100.51	98.31	99.04	99.51	100.35	99.71	99 89	99.23	100.41	99.29	99.07	99.48	99.38	98.83	99.35	99.83	99.26	99.70	99 77	100 08

Poids spécifique 14 = 2.596

12) Roche à structure sphérolito-porphyrique (taurite). Au nord de Kamary.
13) Roche à structure granophyro-porphyrique (micropegmatite à étoilements) passant en poikilitique (Williams). (Taurite). Séragoz près de l'Ouraga.
14) Feldspath (anorthose). Au nord de Kamary.
15) Pâte sphérolithique isolée de 12.
16) Kératophyre. Monastère de St-Georges. Roche d'un blanc verdâtre.
17) Kératophyre. Monastère de St-Georges. Roche d'un gris verdâtre.
18) Kératophyre. Monast`re de St-Georges. Roche de couleur brunâtre.
19) Kératophyre. Monast`re de St-Georges. Roche blanche.
20) Mélaphyre (Navittypus) de Kobosa sur la rivière Alma.
21) Mélaphyre. Rivière Bodrak.
22) Mélaphyre pr`s de Karagatch, entre les rivières Bodrak et Alma.

Mélaphyre près de Koktébél (voir l'itinéraire à travers le Kara-Dagh).

XXXIV

KURZE UEBERSICHT

der Geologie der Umgebung

von

ST. PETERSBURG,

mit Karte

VON

F. SCHMIDT.

In der Umgebung von St. Petersburg haben wir im Wesentlichen zwei Gebiete zu unterscheiden, das silurisch-cámbrische Gebiet im Süden der Stadt, das durch eine deutliche Terrasse, die Fortsetzung des Estländischen Glints, im Norden begrenzt wird und das Gebiet der Quartär-Bildungen zu beiden Seiten des Newathals und am Ost-Ende des finnischen Meerbusens, in welchem die mächtigen glacialen Bildungen des Blocklehms, die späteren Uferwälle und die Absätze des Newathals allein zur Geltung kommen. Die alten Grundmoränen bedecken allerdings auch das silurische Gebiet, aber nirgens in solcher Mächtigkeit, dass man nicht das silurische Terrain darunter erkennen könnte, während das Quartärgebiet im N auf allen Karten als solches dargestellt wird, da die tiefer liegenden cambrischen Bildungen nirgends zum Vorschein kommen und nur durch tiefe Bohrlöcher aufgeschlossen werden konnten. Ausser Quartärlagern und der silurisch-cambrischen Terrasse tritt über letzterer schon in geringer Entfernung von St. Petersburg nach Süden ungleichförmig die Silurbildungen bedeckend die grosse devonische Transgression zur Erscheinung, die den gänzen südlichen Theil der Gouvernements St. Petersburg einnimmt und westlich nach Livland, östlich zum Onega-See hin sich verbreitet.

Litteratur.

A. Palaeozoische Bildungen

1818. Strangways Geological sketch of the environs of St. Petersburg in Transactions of the Geological Society Vol. 5. Russisch in Труды минералогическаго общества 1830.

1825. Eichwald, geognostico-zoologicae per Ingriam etc. observationes.

1830. Pander, Beiträge zur Geognosie des Russischen Reichs.

1844. Graf Keyserling, Notiz über den alten rothen Sandstein an der Ischora. Verh. der mineral. Gesellsch. 1844, pag. 25—30.

1845. Murchison, Verneuil and Count Keyserling, The geology of Russia in Europe and the Ural mountains.

1852. Куторга, геогностическая карта. С.-Петербургской губернiи (Kutorga, Geognostische Karte des Gouvern. St. Petersburg).

1868. П. Бокъ, Геогностическое описанiе нижнесилурiйской и девонской системы С.-Петербургской губерн. Матерiалы для геологiи Россiи (J. Bock, geognostische Beschreibung des untersilurischen und devonischen Systems im Gouv. St. Petersburg, mit Karte).

1881. Кудрявцевъ и Лебедевъ, геологическое описанiе окрестностей Краснаго и Царскаго села, въ Труды С.-Петербургскаго общества естествоиспытателей. Т. 12 (Kudriawzew und Lebedew, geologische Beschreibung der Umgebung von Krasnoe und Zarskoe Sselo).

1881. F. Schmidt, Revision der Ostbaltischen Silurischen Trilobiten. Lief. I (Phacopidae, Chiruridae, Encrinuridae). In der Einleitung ist eine vollständige Uebersicht der ostbaltischen silurischen Schichten gegeben. Ebenso auch in:

1882. On the Silurian (and Cambrian) strata of the Baltic Provinces of Russia, as compared with those of Scandinavia and the British. Isles. Quarterly Journ. Geol. Soc., pag. 514—536 (with a map.).

B. Quartäre Bildungen.

1894. De Geer, om Kvartäre nivåförändringar vid finska viken, in Geol. förening. i Stockholm förhandl. Bd. 16, p. 639 ff.

1896. Berghell, Bidrag till Kännedomen om södra Finlands kvartära nivåförändringar.

Ausserdem zahlreiche Angaben bei Kutorga (in den Protocollen der Kais. mineral. Gesellsch), Inostranzew, in l'homme préhistorique sur les côtes du lac Ladoga, und in verschiedenen Protocollen der

Geologischen Abtheilung der St. Petersburger Naturforschergesellschaft u. a.

Die Palaeozoischen Bildungen.

Das silurisch-cambrische Gebiet zeigt genau die nämlichen Unterabtheilungen wie ich sie in meinem Führer durch Estland (XII des Führers) angegeben habe, sie reichen aber nicht über den silurischen Echinosphaeritenkalk (C_1) hinaus. Wir haben also hier eine ganze cambrische Reihenfolge, den blauen Thon mit dem ihm unterlagernden Sandstein, den Vertreter des schwedischen Fucoidensandsteins, den eigentlichen Obolen- oder Ungulitensandstein und den Dictyonemaschiefer. Das silurische System beginnt mit dem Grünsand (B_1), dann folgt der Glauconitkalk (B_2), die untere Linsenschicht (B_{3a}), der eigentliche Orthoceren- oder Vaginatenkalk (B_3) und endlich der Echinosphaeritenkalk (C_1). Die höheren Stufen sind in der näheren Umgebung St. Petersburgs nicht entwickelt. Nur südlich von Gostilizy treffen wir auf den Vertreter des estländischen Brandschiefers (C_2), während westlich von Gatschina an der baltischen Bahn überall schon die Kegelsche Schicht (D_2) ansteht. Die tiefste zu Tage tretende cambrische Stufe ist der blaue Thon, der überall in den Flussthälern am Fuss der Terrasse zu Tage tritt. Er ist für gewöhnlich undeutlich geschichtet, zerfällt trocken in paralellelepipedische Stücke und enthält an zahlreichen Stellen die noch räthselhaften Platysoleniten, kurze gegliederte Röhrchen, die wahrscheinlich mit Cystideen zusammenhängen. In einer tieferen Stufe desselben hat Pander einen deutlicher geschichteten blättrigen Thon nachgewiesen, den er als phytamorphischen Thon bezeichnet, da die einzelnen Lagen auf ihrer Oberfläche blattartige nicht deutlich begrenzte Gebilde zeigen, die Eichwald als *Laminarites antiquissimus* beschrieben hat. Dr. V. Rohon, der die Umgebung St. Petersburgs seinerzeit eifrig durchforscht hat, fand diesen Thon auch in Bohrungen, die am Fuss der Terrasse angelegt waren. In der Stadt St. Petersburg ist man bei Anlage artesischer Brunnen erst nach einigen 80 Fuss auf den blauen Thon gekommen. Vorher traf man mächtige Schichten Blocklehm und oben darüber neuere Flussablagerungen. Von Bohrlöchern in der Stadt sind hauptsächlich zwei bekannt geworden, das vom Akademiker G. v. Helmersen 1865 beschriebene Bohrloch im Hof der Anstalt zur Herstellung der Staatspapiere, in welchem man in einer Tiefe von 657 Fuss nach Durchbohrung eines groben Sandsteins auf Granit stiess und das neuere Bohrloch auf dem Terrain der Kalinkin-Brauerei, bei dessen Anlage man nicht nur wiederum auf den Granit stiess, sondern auch ein cylindrisches Stück desselben, etwa 10 Fuss lang und 3 Zoll dick zu Tuge gefördert wurde, das gegenwärtig im geologischen Museum der St. Petersburger Universität aufbewahrt wird. Der Granit entspricht nach Aussage der finnischen Geologen etwa den Formen desselben im östli-

chen Finland, nach dem Ladoga-See zu, wie von vornherein zu erwarten war.

Zwar ist die silurisch-cambrische Terrasse südlich vom finnischen Meerbusen und vom Newathal überall deutlich ausgebildet, aber gerade in dem Gebiet direkt südlich von St. Petersburg können wir an der Terrasse selbst kaum irgendwo die Schichtenfolge der übrigen Glieder der Glintformation so deutlich verfolgen wie am estländischen Glint und an seiner östlichen Fortsetzung nach Ingermanland, wie etwa bei Koporje und Gostilizy. Auch weiter östlich von St. Petersburg haben wir wieder den regelmässigen Bau der Terrasse, mit fast horizontal gelagerten Schichten, so an der Tosna von Nikolskoje aufwärts und namentlich an der Lawa und am Wolchow. In der Gegend südlich von St. Petersburg selbst treffen wir die auf dem zu Grunde liegenden blauen Thon auflagernden Schichten fast nur in den Flussthälern, wie an der Popowka, der Koschelewka, Humalasarowka, der Pulkowka, und auch hier vielfach verworfen und gefaltet, oder zu besonderen Hügeln wie den sogenannten Duderhofschen Bergen aufgepresst, wo wir eine weit über die übrige Gegend hervortretende Schichtenauftreibung constatiren können, die wie die vorgenannten Faltungen wahrscheinlich auf eine gleitende Bewegung der oberen lockeren Kalk-, Lehm-, Schiefer- und Sandschichten auf dem plastischen unteren Thon zur Zeit des Vordringens des nordischen Inlandeises zurückzuführen ist. An den aufgetriebenen Hügeln bei Duderhof lassen sich alle Schichten bis zum Echinosphaeritenkalk hinauf verfolgen, doch ist die Ausbeute nicht gross, da das Gestein der oberen Schichten meist dolomitisch ist und nur wenige deutliche Entblössungen vorhanden sind; nur beim Dorfe Kawelachta unweit Krasnoje Sselo hat man eine vollständige Reihenfolge vom blauen Thon (von hier hat Volborth die *Volborthella tenuis* erhalten) über den Ungulitensand und den Dictyonemaschiefer bis zum Glauconitkalk. Die obengenannten Flussthäler der Pulkowka, der Popowa und die Thäler bei Koschelewo und Hummalassari zeigen die ganze Reihenfolge vom Thon bis zum Echinosphaeritenkalk hinauf. Das lockere Gestein, von vielen Spalten durchsetzt, wird bei jedem Hochwasser neu erodirt und der eifrige Sammler erhält reiche Ausbeute. Seit 70 Jahren etwa, als Pander seine Studien in der Umgegend St. Petersburgs begann und die Dorfkinder in der Nähe der silurischen Flussthäler im Sammeln unterrichtete, hat sich eine ganze Reihe von Forschern und Liebhabern mit Hülfe der genannten Dorfkinder in den Besitz von reichen Sammlungen gesetzt, die noch jetzt unsere Museen schmücken. Nach Pander, der von 1820 angefangen in dem ganzen Gebiet seine Sammlungen veranstaltete, die ihm das Material zu den zahlreichen Tafeln seiner „Beiträge zur Geognosie des Russischen Reichs" lieferten, haben besonders folgende Herren hier gesammelt und sammeln lassen. Prof. E. Eichwald (seine Sammlungen gehören jetzt der St. Petersburger Universität), der langjährige Secretair der mineralogischen Gesellschaft Wörth, dessen Schätze vorzüglich von der Pulkowka stammen, vor

allem aber Dr. A. v. Volborth, der 40 Jahre lang jeden Sommer in Pawlowsk zubrachte und dem das schönste Material von allen Seiten zugetragen wurde, besonders von der Popowka, von Katlino und Hummalasaari. Die bekannten wichtigen Arbeiten Volborth's über Cystideen und Triboliten gründen sich alle auf die in Pawlowsk angelegten Sammlungen, die jetzt der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften gehören. Weiter Prof. S. Kutorga, der ebenfalls an der Pulkowka und Popowka und ausserdem namentlich in der Umgebung von Gatschina gesammelt hat. Seine Sammlungen befinden sich jetzt grösstentheils im geologischen Museum der St. Petersburger Universität. In der weiteren Umgebung St. Petersburgs sammelte besonders einer der Stifter der mineralogischen Gesellschaft, Herr Lawrow in Ropscha, wo ihm die tiefern Schichten des Echinosphaeritenkalks das Material zu seinen schönen Arbeiten über neue silurische Trilobiten boten. Wo die Sammlung Lawrow's geblieben, ist zur Zeit unbekannt. Aus letzier Zeit ist namentlich Hr. General S. Plautin zu nennen, der im Anfang der 80-er Jahre zwei Sommer in Gostilizy zubrachte und aus den dortigen Kalken, sowohl dem Glauconit- als dem Orthocerenkalk, als namentlich aus dem unteren Echinosphaerithenkalk eine ganz ungewöhnlich reiche Sammlung zusammengebracht hat, die mir für meine Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten von ganz unschätzbarem Werthe gewesen ist. Auch später hat er in der Umgegend von Pawlowsk fleissig gesammelt und noch im vorigen Jahre sind wir zusammen am Wolchow gewesen, von wo ich manches werthvolle Stück durch ihn erhalten habe. Der neueste eifrige Sammler und Liebhaber, der ebenfalls namentlich die noch immer unerschöpfliche Umgebung von Pawlowsk und Zarskoje Sselo ausbeutet, ist der Hr. Oberst P. S. Schewyrew, von dem noch mancher wichtige Beitrag zu Palaeontologie der Umgebung St. Petersburgs zu erwarten ist.

Gehen wir etwas genauer die Hauptlocalitäten durch, wobei ich mich ausser an eigene Beobachtungen vorzüglich an die zwar kurzen aber genauen und übersichtlichen Angaben von Bock halte. Ausserdem benutzte ich die oben angeführte Arbeit von Lebedew und Kudrjawzew.

Am häufigsten wird in der Umgebung von St. Petersburg das Thal der Popowka bei Pawlowsk, zwischen den Dörfern Päselewo undPopowa besucht (S. Fig. 1 und 2), wegen der interessanten Unregelmässigkeiten in der Schichtenfolge und der von Pander und Volborth nachgewiesenen aber schwierig zu erkennenden Auflagerung von devonischen Mergeln auf silurischen Orthocerenkalk. Die beifolgende Kartenskizze mit Erklärung soll sur Verdeutlichung der mitgetheilten Beobachtungen dienen. Man beginnt gewöhnlich von der Brücke bei Päselewo, wo, wie weiter unterhalb, nur der cambrische blaue Thon ansteht, bedeckt von neueren Flussgeröllen. Etwas oberhalb wird der blaue Thon am linken Ufer von Ungulitensandstein und Dictyonemaschiefer überlagert. Dann kommt die hohe Wand am rechten Ufer, wo unten der

petrefactenleere (Fucoiden—?) Sandstein und darüber der ächte Ungulitensandstein und der Dictyonemaschiefer zu erkennen ist, höher hinauf lässt sich an einigen aus dem Geröll hervorragenden Entblössungen der Glauconitsand, der Glauconitkalk und der Orthocerenkalk

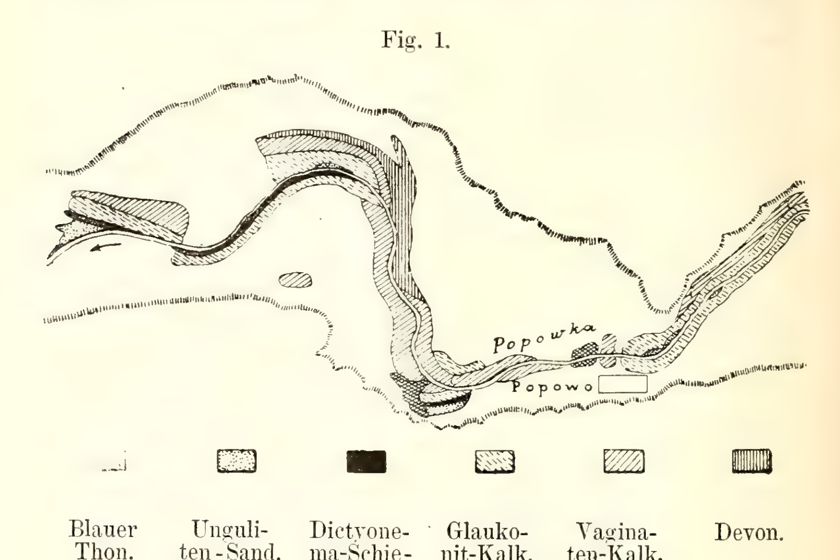


Fig. 1.

erkennen. Besonderes Interesse bietet die nächste hohe Wand am rechten Ufer, an deren Ende man in einer schmalen Schlucht vom Glauconitkalk (der hier Brachiopoden wie *Orthis parva*, *obtusa*, *Orthisina plana* und ausserdem nicht selten *Asaphus expansus*

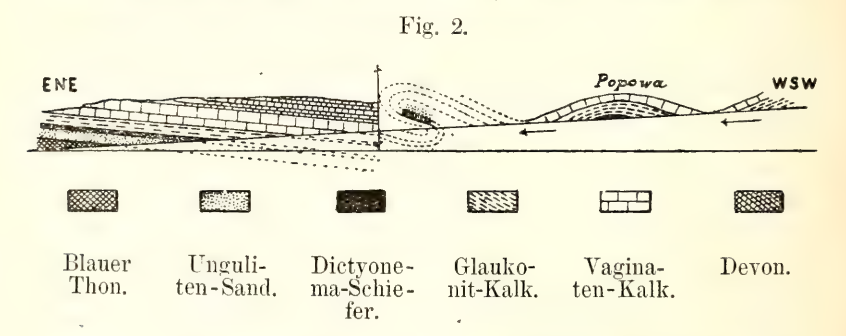


Fig. 2.

enthält) zum Orthoceren- oder Vaginatenkalk emporsteigt, der durch zahlreiche Orthoceren (*O. commune* und *vaginatum*) sich leicht als solchsr erkennen lässt. Ueber ihm lässt sich noch eine graue silurische Schicht erkennen, die seltene Spuren von *Asaphus*

Mickwitzi F. Schmidt und dabei Thoneisenlinsen zeigt und daher schon zur oberen Linsenschicht gerechnet werden muss. Darüber kommt bis zur Oberfläche ein 3—4 Faden mächtiges Lager vom weissgrauem Kalkmergel, der mit blossem Auge gar keine Spuren von Petrefacten erkennen lässt. Der nämliche Mergel bildet in einer abgesunkenen Scholle etwas weiter oberhalb an der Nordwendung des Flussthales das rechte Ufer. In ihm haben Pander und Volborth durch Schlämmen Trochilisken [1]) (die bezeichnend für unser Devon geworden sind) und Fischzähne nachgewiesen, wodurch dieser obere Mergel als devonisch constatirt wird, was ja auch weiter nicht zu verwundern ist, da ein ähnlicher Mergel bei Ontolowo an der Slawänka den silurischen Kalk, diesmal deutlich, auch stratigraphisch geschieden öberlagert und bei Marjino (etwa 4 Werst entfernt) reichliche Schuppen und Zähne devonischer Fische führt. Die Schwierigkeit an der Popowka liegt nur in der vollkommen concordanten Auflagerung der devonischen Lager auf den silurischen und in der petrographisch schwer zu erkennenden Grenze zwischen den obersten mergeligen untersilurischen Kalken und den auflagernden devonischen Mergein, woher auch Kutorga und später Lebedew die letzteren nicht richtig erkannt haben. Auf dem linken Ufer, gegenüber der devonischen Entblössung steht Orthocerenkalk an. Auf der Umbiegungsstelle erkennt man auf der Höhe der Uferwand eine deutlicke Umkippung der Schichten. Zu oberst liegt Ungulitensand, darunter Dictyonemaschiefer und unter diesem Glaukonitkalk. Weiter oberhalb sieht man an beiden Ufern wieder blauen Thon. Unter der Brücke haben wir am linken Ufer bei flussaufwärts geneigten Kalkschichten ein schönes Profil, an dem wir zuerst auf eine petrefactenarme rötliche Kalkschicht (den obersten Theil von B_3) stossen, mit seltenen Stücken von *Asaphus pachyophthalmus* F. S., — dann auf den ächten Vaginatenkalk, die untere Linsenschicht mit *Lycophoria nucella* und *Amphion Fischeri,* dann auf die obersten gelb und roth geflechten Schichten des Glauconitkalks, in welchen u. a. *Asaphus Bröggeri* F. S., *Conularia Buchii* Eichw. und andere Seltenheiten vorkommen und endlich auf den ächten Glauconitkalk B_2 mit zahlreichen Brachiopoden und *Asaphus expansus* (die tiefsten Schichten mit *Megalaspis planilimbata* wurden hier nicht beobachtet). Weiter oberhalb sehen wir am rechten Ufer eine hohe Wand, die eine kuppelförmige Schichtenauftreibung zeigt, unten in der Mitte den Dictyonemaschiefer, über dem Glauconitkalk und Vaginatenkalk folgen. Im Flussbett selbst lassen sich eine Menge einzelner kleiner Stufen unterschieden, an denen sich z. Th. gut sammeln lässt. Es kommen noch schwache Faltungen vor, indem das Bett bald von Gliedern des Orthocerenkalks, bald von solchen des Glauconitkalks gebildet wird.

---

[1]) Die Trochilisken sind kleine kuglige Körperchen mit gegitterter Oberfläche, die zuerst von Pander für Lycopodiaceensamen erklärt, später von Ehrenberg als *Midiola Panderi* zu den Foraminiferen gebracht wurden und jetzt zu Kalkalgen, den Siphoneen, gerechnet werden.

Der Echinosphaeritenkalk ist an der Popowka in dieser Gegend nicht anstehend nachgewiesen, doch kommen einzelne Exemplare im Geröll vor, die auf seine Anwesenheit schliessen lassen. Auf der Höhe des Ufers. in einer Entfernung von 2 Werst nach N. W. bei Katlino, steht er in flacher Gegend in ausgedehnten Gruben an, aus denen Material zur Wegereparatur gewonnen wird, horizontal an. Er ist hier sehr thonig und locker und liefert reiche Ausbeute an Petrefacten, unter den *Echinosphaerites aurantium* besonders häufig ist, ausserdem *Asaphus laevissimus* F. S. (*A. Weissii* Eichw. ex. pt.), *Ptychopyge tecticaudata* u. a. Am Bache bei Hummalassari hat man die ganze Reihenfolge vom Echinosphaeritenkalk bis zum Ungulitensand und blauen Thon, wenn auch häufig unterbrochen Aus dem lockeren leicht zerbröckelnden Gestein wäscht das Wasser oft wohlerhaltene Petrefacten aus, die von den Kindern des Dorfes (jetzt freilich seltener) dem Liebhaber zugetragen werden. In der nächsten Umgebung von Zarskoe Sselo haben wir keine bedeutenden Aufschlüsse: an der Kusminka steht überall blauer Thon an und bei der Eisenbahnstation Alexandrowsk an der Warschauer Bahn geht stellenweise der Ungulitensand und Dictyonemaschiefer zu Tage. Erst weiter im N. W. am Glint, an der Pulkowka, unweit der Sternwarte haben wir wieder eine reichhaltige Entblössung, die schon seit 80 Jahren, seit Strangways, durch ihre eigenthümlichen Faltungen die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen hat. Gegenwärtig sind diese Falten nicht so schön zu sehen als früher, immerhin werden die beigefügte Kartenskizze von Lebedew und der Durchschnitt von Tschernyschew (S. F. 3 und 4) Interesse erregen. Auffallend ist von vorn herein, dass sowohl oberhalb am Fluss, wenn man vom Observatorium kommt, als unterhalb beim Dorfe Pulkowa nur der blaue Thon im Flussbett ansteht, dazwischen findet sich eine Partie von ein paar hundert Schritten, in der die gefalteten und übergekippten Kalkschichten zu Tage gehen. Hier scheint mir Tschernyschew's Erklärung, dass wir es mit einer Gleitungserscheinung der oben liegenden Kalkschichten auf dem unterliegenden blauen Thon zu thun haben, recht wohl annehmbar. Zuerst treffen wir am linken Ufer eine hohe Wand mit steil flussabwärts geneigten Schichten. Es folgen sich längs dem Flusslauf die ganze Serie der Kalkschichten, zuerst der Echinosphaeritenkalk, dann der Orthocerenkalk, endlich der Glauconitkalk. Auch am rechten Ufer ist entsprechend eine kleine Entblössung von Echinosphaeritenkalk zu sehen.

Weiter sieht man am rechten Ufer, jetzt freilich nicht so deutlich wie früher, übergekippte Faltungen, in welchen der Schiefer über dem Glauconitkalk und dieser über dem Orthocerenkalk zu liegen scheint. Auf dem linken Ufer zeigen die domförmig erhobenen Falten wieder die normale Reihenfolge. Nach einer Strecke von etwa 150 Faden verschwinden alle Kalkschichten und es herrscht wieder der blaue Thon allein. Die beiliegenden Durchschnitte werden ein richtiges Bild von den Faltungen geben. Weiter im Westen bei Krasnoe Sselo sehen wie an der Bahn im Bett der Ligowka, wieder den blauen

Thon und weiter oberhalb an den Duderhofschen Bergen von Kawelachta nach O, die oberen Schichten, mannigfach gehoben und verworfen, aber ohne so klare Durchschnitte wie wir sie an der Popowka und Pulkowka haben. Der obere Lauf der Ligowka, die aus den Seen

Fig. 3.

Echinosphaeriten-Kalk. Vaginaten-Kalk. Glauconit-Kalk. Dictyonema-Schiefer. Unguliten-Sand. Blauer Thon.

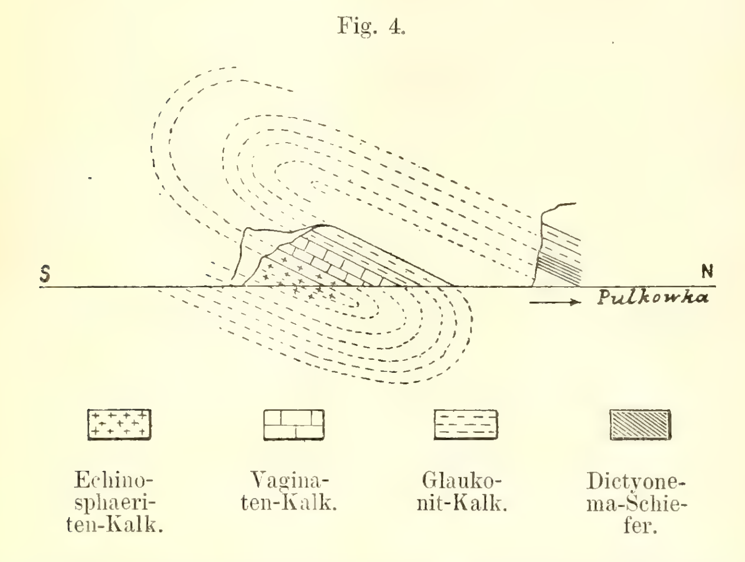


Fig. 4.

bei Duderhof kommt, bildet einen tiefen Einschnitt in den Glintrand, der weiter im W. über Schungarowo, Ropscha, Saborodje nach Gostilizy, Lapuchinka und Koporje verläuft ohne irgendwelche Unregelmässigkeiten. Die Oberfläche der Glintterrasse ist eben und wird von

den tieferen Schichten des Echinosphaeritenkalks gebildet, der meist locker ist und wie schon früher erwähnt reiche Ausbeute an Petrefacten geliefert hat. Die oberen Schichten des Echinosphaeritenkalks sind meist dolomitisch und es lassen sich nicht so typische Localitäten anführen wie in Estland, etwa in der Umgegend von Reval. Wir können allenfalls den dolomitischen Steinbruch von Taizy anführen, südlich von Krasnoe Sselo, wo die für dieses Niveau characteristische *Leptaena oblonga* in Menge vorkommt. Die höheren Stufen, wie der Kuckersche Brandschiefer (C_2) und die Jewesche Schicht sind auch in dieser Gegend nicht so deutlich entwickelt wie in Estland, für C_2 können wir Djatlizy im SO von Gostilizy nennen und für D_1 etwa Kaskowa; — südlich von Taizy bis über Gatschina hinaus greifen die devonischen Mergel über das Silurgebiet hinaus uud südwestlich von Gatschina längs der baltischen Bahn herrscht, wie wir oben an einem andern Ort (s. № XII, den Führer zur Excursion durch Estland) erwähnt haben, auf eine lange Strecke, bis hinter Moloskowizy ein Dolomit vor, der durch reichliche Steinkerne sich als typischen Vertreter der Kegelschen Stufe (D_2) dokumentirt. Unter dieser Stufe steht im Flussbett der Chrewiza 4 Werst westlich von Moloskowizy auch die typische Jewesche Schicht mit *Mastopora concava* Eichwald an.

Die tieferen Glintschichten sind in den tief einschneidenden Flussthälern am Rande des Glints schön zu beobachten, so bei Gostilizy, Lapuchinka und besonders bei Koporje, auch die Conodonten im Grünsand und im Dictyonemaschiefer so wie die Platysoleniten im blauen Thon sind hier vielfach beobachtet worden.

Ebenso wie westlich von Pawlowsk und Zarskoe Sselo finden sich auch östlich davon in den Flussthälern schöne Entblössungen, an denen die ganze Reihenfolge der Schichten vom blauen Thon bis zum Orthocerenkalk studirt werden kann, so namentlich an der Ischora bei Raikolowo (wo auch grosse Steinbrüche) und Kordelewo, an der Tosna von Gertowo bis Nikolskoje; die reichsten Localitäten liegen aber weiter nach Osten, wo auch die festen Schichten durch grosse Steinbrüche ausgebeutet werden und die lockeren, oft besonders petrefactenreichen, auf den Halden verwittern. Es sind namentlich die Thäler der Lawa, des Wolchow und des Sjas, die schon nicht mehr in die Newa sondern in den Ladoga-See münden.

Das devonische System erscheint im Gouvernement St. Petersburg als deutliche Transgression über das Silurgebiet. Während die verschiedenen silurischen Stufen auf der Karte als regelmässige Zonen aufeinander folgen, bildet das devonische Gebiet in der Gegend von Gatschina einen unregelmässigen Vorsprung über das Silurgebiet hinweg. Es treten hier sowohl nördlich als südlich vom devonischen Gebiete silurische Schichten zu Tage. Die Devonschichten bestehen in dieser Gegend meist aus helleren oder dunkleren Mergeln, die z. Th. wie bei Marjino und Wächtelewa an der Ischora reich an Fischresten sind, *Holoptychius, Coccosteus, Asterolepis, Homostius* u. a. Welche eigenthümliche Schwierigkeiten durch die concordante Auflagerung an der

Popowka entstanden, haben wir oben gesehen. Nur durch sorgfältiges Schlämmen der Mergel und demzufolge durch den Nachweis von Fischschuppen und Zähnen sowie Trochilisken konnte hier das Devon erkannt werden, während das Auge im Flussthal der Popowka nur eine regelmässige silurische Schichtenfolge zu erblicken glaubt.

Hier liegt das Devon auf der höchsten Stufe des Orthocerenkalks, am Wolchow auf Echinosphaeritenkalk, weiter im O, direkt auf dem cambrischen blauen Thon, bei Jamburg wie es scheint wieder auf Orthocerenkalk und an der Narowa auf der Wesenbergschen Schicht. Es ist also hier durchaus kein Zusammenhang zwischen silurischen und devonischen Bildungen vorhanden, wie etwa am Dniestr in Galizien, in Böhmen oder in England.

Die neueren Bildungen.

Bestimmend für die Terraingestaltung der Umgebung von St. Petersburg ist zunächst die Fortsetzung des estländischen Glints, der in einer Entfernung von 15—20 Werst südlich vom Ende des finnischen Golfes und von der Newa, von W nach O sich hinzieht. Er bildet eine circa 100 F. über die Ebene sich erhebende Terrasse, die bei der lockeren Beschaffenheit der sie bildenden Gesteine vielfach von Flussthälern tief eingeschnitten wird, wie von der Tosna, der Ischora, der Slawänka, der Ligowka, deren Thal bei Krasnoe Sselo eine tiefe Einbucht in den Glint bildet, die Bäche von Gostilizy, Lapuchinka u. s. w. Wasserfälle wie bei den härteren Gesteinen Estlands, kommen kaum vor. Manche der Thäler, wie das der Ligowka mögen z. Th. schon präglacial sein. Die Schichten des Glints neigen sich zwar meist etwas nach Süden, es treten aber über der ersten Glintterrasse landeinwärts, ebenso wie in Estland, noch neue Stufen auf, die auf der vor der Kegelschen Stufe gebildeten Wasserscheide längs der baltischen Bahn und der alten Poststrasse eine Höhe von gegen 500 F. über dem Meere erreichen. Der Glint selbst ist uralt, er mag schon manche geologischen Perioden überdauert haben. Seine Form verdankt er wohl nur z. Th. der Einwirkung des Meeres, das zu spätglacialer Zeit z. Th. bis an seinen Fuss reichte; das meiste hat dass Süsswasser der Flüsse und der Atmosphaerilien gethan. Ich vergleiche ihn am besten mit dem Absturz der schwäbischen Alp in Württemberg, über deren Geschichte uns Branco neuerlich so schön belehrt hat.

Die Ablagerungen der Eiszeit, also zunächst der die Grundmoräne bildende Blocklehm, dehnen sich gleichförmig über das ganze Gebiet aus. Der Glint hat ihrer Verbreitung keinerlei Schranken gesetzt, man kann nur sagen, dass unten am Fuss des Glints der Blocklehm mächtiger ist als oben auf dem silurischen Kalkplateau, das stellenweise, so westlich von Gatschina, kaum genügend Obererde für die Ackerkrum zeigt. Erratische Blöcke liegen aber überall umher. Schrammen sind im Ganzen auf den Kalkflächen nicht viel beobachtet wor-

den, wohl wegen der lockeren Beschaffenheit der Felsschichten. Wo sie gemessen wurden, wie bei Gatschina von Kutorga und östlich von Zarskoe Sselo, hat sich, wie auch in Finland gewöhnlich, eine Richtung NW—SO ergeben. Aechte Åsar, wie in Estland, haben wir in der Umgebung St. Petersburgs nicht. Auf dem hohen Felsterrain westlich von Gatschina (etwa 400—500 F. über dem Meere) finden wir namentlich in der Nähe der Eisenbahnstation Jelisawetino zahlreiche, unregelmässige Gruppen bildende Hügel aus ungeschichteten localen Kalkmaterial aufgehäuft, die etwa den drumlins entsprechen mögen. Aehnliche Hügel z. Th. auch langgestreckt und den schwedischen Cross åsar entsprechend, sind auch in Estland und Livland verbreitet.

Auf dem silurischen Gebiet sind für die Oberflächenbildung des Terrains ausser dem Glint nur die erodirenden Flussläufe und locale Auftreibungen, wie die Duderhofschen Berge, maassgebend. Im Quartärgebiet sind es aber andere Agentien, welche die Oberflächenbildung bedingen. Wir sehen hier längs der Küste eine ziemlich ununterbrochene, anfangs niedrige, Küstenterrasse, die nach W zu ansteigt und ausserdem etwas tiefer im Lande an mehreren Orten inselartig oder auf grössere Strecken zusammenhängend hervorragende aus Blocklehm gebildete Landmassen, die bisweilen wieder deutlich Uferwälle oder ein höheres System von Terrassen zeigen, das von dem erstgenannten verschieden ist. Diese beiderlei Terrassen waren z. Th. schon lange bekannt und wurden früher vielfach mit dem Newathal in Verbindung gebracht. Erst ganz neuerdings durch de Geer sind diese Terrassensysteme in Zusammenhang mit den Uferbänken des spätglacialen und postglacialen Meeres gebracht worden, wie diese neuerdings in Schweden und Finland, namentlich wieder durch de Geer und seine Schüler, genau verfolgt werden, zusammen mit den Linien gleicher Ansteigung des Landes, den Isobasen de Geer's die wir für unser Gebiet nur so weit kennen als de Geer selbst sie aus den neuen mit Niveaulinien versehenen topographischen Karten geschlossén oder durch direkte Messung gewonnen hat. Wir geben auf unserer Karte die Grenzlinien des postglacialen (Littorina-) und des spätglacialen oder Yoldiameeres nach de Geer's Karte an, wie sie ziemlich unverändert auch auf die im grösseren Maassstab ausgeführte Karte von Berghell, in dessen Aufsatz über die quartären Niveauveränderungen im südlichen Finland, übergegangen sind. Die postglaciale Terrasse lässt sich wie gesagt sehr deutlich sowohl auf der Nord- als der Südseite des Endes des finnischen Meerbusens auf den topographischen Karten verfolgen. De Geer giebt auf der Südseite die Höhe der Grenzlinie mit 4 M. bei St. Petersburg, bei Oranienbaum—Peterhof nnd weiter (27 Kilom.) mit 6 M. und Krasnaja Gorka mit 9 M. an. Auf der N-Seite haben wir bei Berghell den Punkt Afanasi mit 13 M. und Terijoki mit 14,5 M. Für die Grenzpunkte des spätglacialen Meeres giebt de Geer von O nach W gerechnet auf der N-Seite die Terrasse bei Rasmitelewo (15 Kilom. östlich v. St. Petersburg) mit 24 M., Poklonnaja Gora mit 28 M. und die Station Pargala mit 29 M. an. Auf der Südseite einen Wall 4 Km.

im SW von Peterhof mit 30 m. Bei beiderlei Angaben erkennt man das Ansteigen der alten Küstenlinien nach W zu. Ich habe selbst die Strecke von Oranienbüum bis Krasnaja Gorka besucht. Die postglaciale Terrasse ist meist sehr deutlich. Bei Gross-Ischora konnte man an ihr den Durchschnitt der Meeresablagerungen des Yoldiameeres sehen. Der Blätterthon (hvarfvig lera) trat deutlich am Abhang hervor. Von diesem nach S liess sich ein ziemlich ebenes mit spätglacialen Meeresablagerungen bedecktes Terrain bis an den Fuss des hochvorragenden Hügels von Werchnaja Bronnaja verfolgen, der aus Blocklehm besteht und schon zur Zeit des spätglacialen oder Yoldia-Meeres aus diesem hervorgeragt haben muss. Ob als Insel oder Theil des alten Festlandes muss aus den Angaben der neuen Karte bestimmt werden. Ich hatte den Eindruck einer Insel gewonnen, aber de Geer, dessen Erfahrung ich in diesen Dingen gelten lassen muss, giebt in dieser Gegend die Grenze eines alten Festlandes an. Ebenso gehört sein Grenzpunkt des spätglacialen Meeres im SW von Peterhof zu der hervorragenden und weit sichtbaren Landmasse, die unter dem Namen Babyï Gon bekannt ist und auch den Eindruck einer Insel macht. Doch will ich mich gern fügen, zumal die Karte für de Geer's Auffassung spricht. Dem Glint in der Gegent von Gostilizy vorgelagert erscheinen auf der Karte eine Menge von Inseln und Buchten, die ich nicht genauer zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe. Man könnte hier an Inseln des Yoldiameeres denken, aber die Hohenangaben auf der Karte, nach denen diese Inseln (grösstentheils bewaldet und ohne deutliche Aufschlüsse), fast die Höhe des Glints erreichen, die bei Gostilizy 60 russische Faden beträgt, machen es wahrscheinlich, dass wir es hier mit Erosionserscheinungen der cambrischen Sande zu thun haben, wie solche auch in Estland vorkommen.

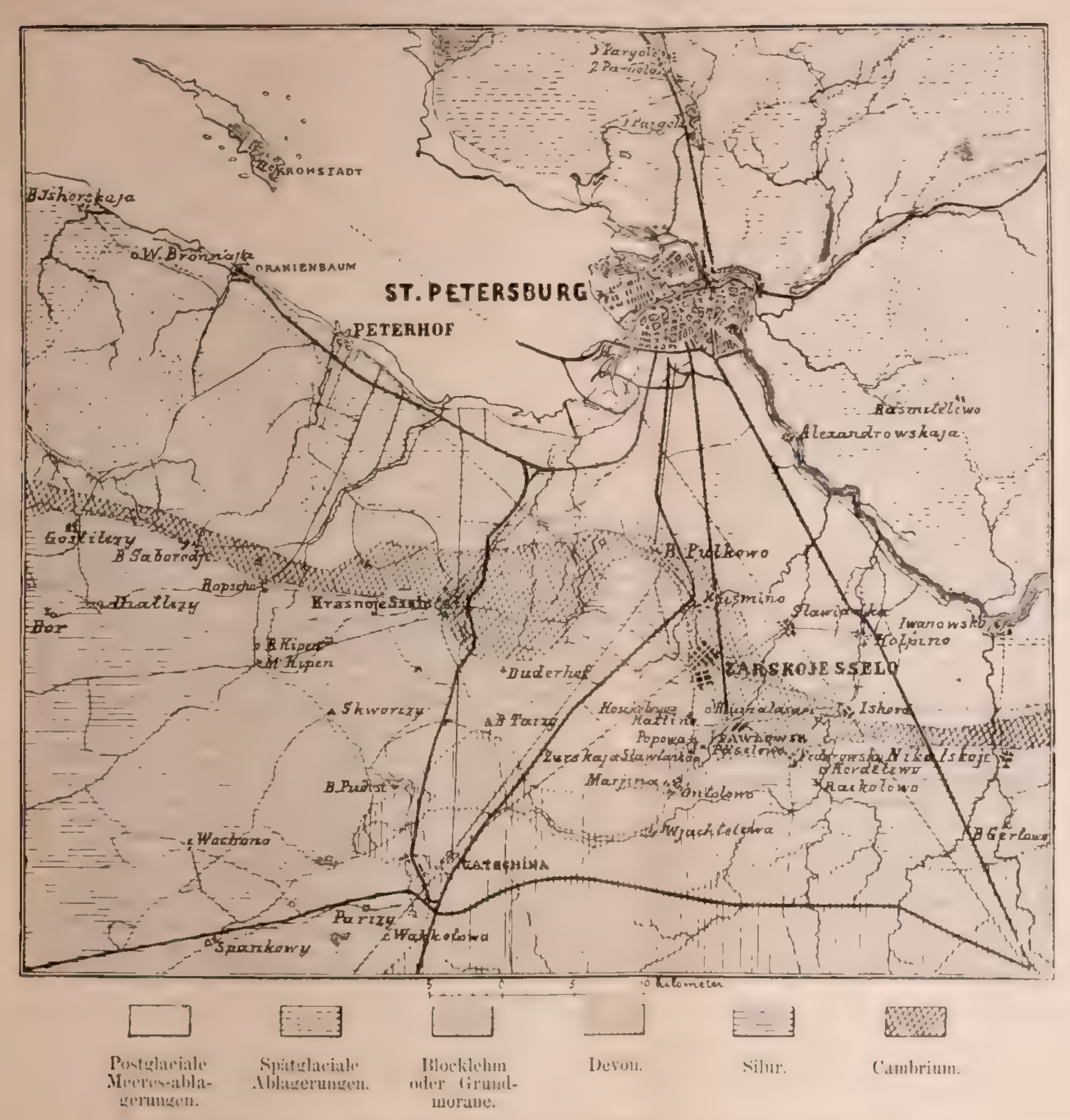
Die grosse Fläche, die St. Petersburg auf der Südseite umgiebt, und bis fast an den Fuss des Glints reicht, ist, wie auch schon de Geer bei ähnlichen Fällen angiebt, ein Ueberrest des spätglacialen Meeres. Hier liegt unfruchtbarer alter Meeressand auf Blocklehm. Erst in der Nähe des Glints wird das Terrain mannigfaltiger, die Sandbedeckung verschwindet und der Anbau beginnt.

Die Landmassen, welche de Geer und Berghell auf der Nordseite des Newathales als grosse Inseln des Yoldia- oder spätglacialen Meeres angeben, sind auch z. Th. durch deutliche Terrassen begrenzt, wie die von de Geer so sehr hervorgehobenen von Poklonnaja Gora über Pargola bis Beloostrow: diese Terrassen begrenzen ein altes Landgebiet, das z. Th. aus Geschiebelehm, z. Th. aus sandigem Moränenmaterial besteht und ein vielfach erodirtes Terrain mit Thälern und Seen darstellt, zu dem das seinerseits als Villenort bei den St. Petersburgern so beliebte Toksowa gehört. Südlich von dieser grossen Insel sieht man auf de Geer's und Berghell's Karte, durch ein niedriges Sumpfland von ihm getrennt, noch eine Insel des Yoldiameeres, die sich ebenfalls durch vielfach coupirtes Terrain als altes Festland do-

kumentirt. Hier hat bei Rasmitelewo de Geer die alte Küstenterrasse nach der Karte festgestellt.

Südlich von diesen grossen Inseln hat sich nach de Geer und Berghell zur spätglacialen Zeit ein Meeresarm zum Ladoga-See erstreckt und diesen, wie wohl auch den Onega-See und dass weisse Meer in Verbindung mit der Ostsee gebracht. Eine ähnliche Auffassung hat wohl auch schon früher geherrscht. Neu ist aber nach de Geer, dass zur Postglacialzeit keine Verbindung durch das Newathal mit dem Ladoga-See stattfand und das jetzige Newathal überhaupt späterer Entstehung sein soll, dagegen haben de Geer und Berghell eine zur Postglacialzeit bestehende Verbindung des finnischen Meerbusens mit dem Ladoga-See zwischen Wiborg und Kexholm nachgewiesen. Die Ablagerungen des jetzigen Newathals und seiner näheren Umgebung sind noch nicht genügend studirt. Die hier vorkommenden Thone unterscheiden sich deutlich vom typischen Blätterlehm oder hvarfvig lera des spätglacialen Meeres.

Ven neueren Bildungen sind in der Umgebung St. Petersburg noch die Tufflager zu erwähnen, die Kutorga auf seiner Karte besonders hervorgehoben hat. Es sind entweder Ablagerungen von kalkhaltigen Quellen am Abhange des Glints wie bei Ropscha und Gostilizy oder es ist verhärteter Wiesenkalk, wie bei dem Becken von Pudost, nördlich von Gatschina, in welchem stellenweise noch der gewöhnliche zerreibliche Wiesenkalk mit Süsswassermuscheln zu Tage tritt, der an anderen Stellen bei reichlichem Vorhandensein von Schilf zu festem Tuff umgewandelt ist, der zu Ornamentzwecken gebrochen ist. Der Wiesenkalk wird dort auch zur Kalkbereitung verwandt.



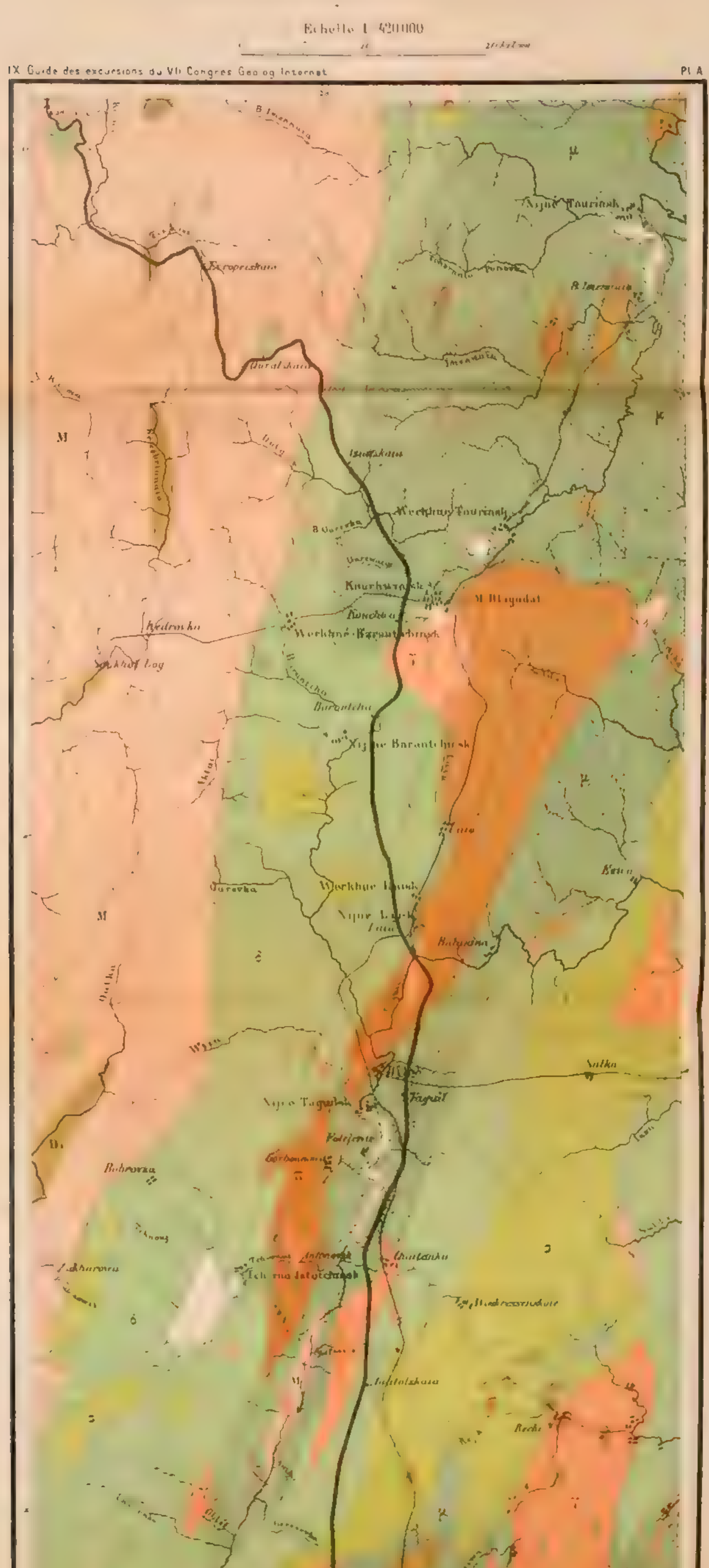
Geologische Uebersichtskarte der Umgebung von St.-Petersburg.

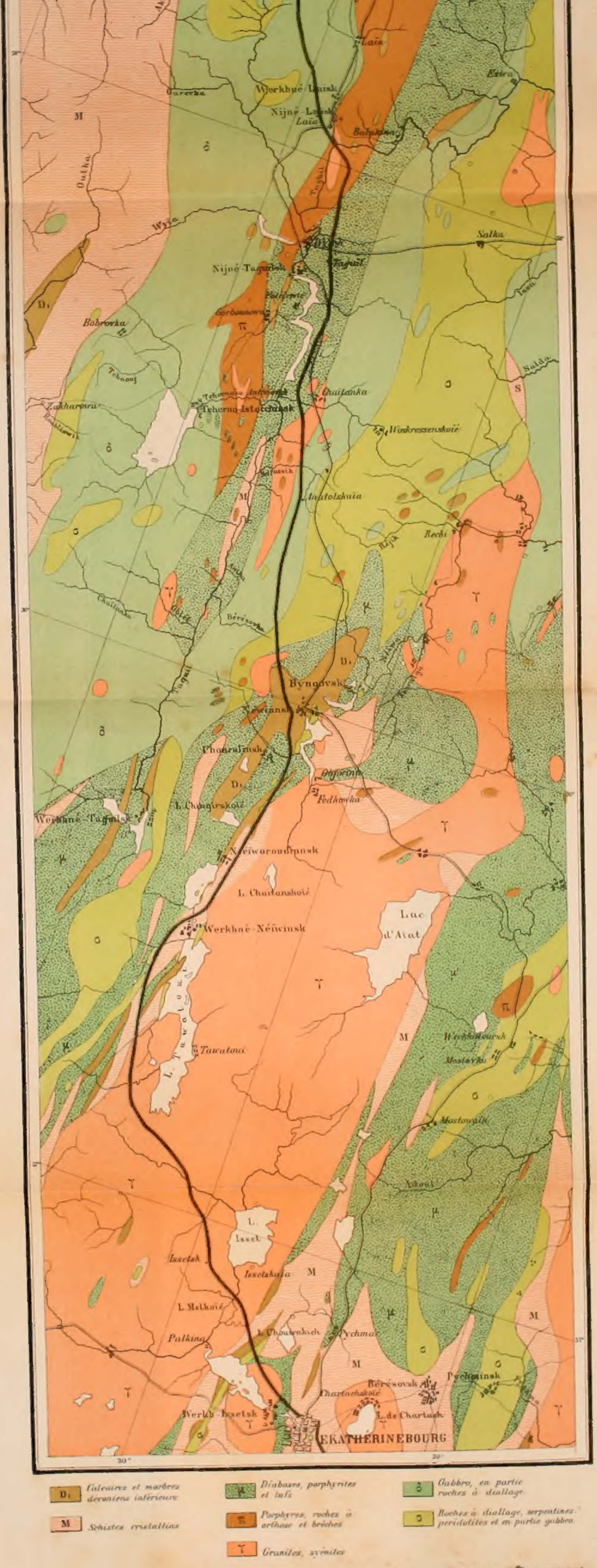
CARTE GÉOLOGIQUE LE LONG DU CHEMIN DE FER DE L' OURAL

entre les stations

EKATHÉRINEBOURG ET TIOPLAÏA-GORA

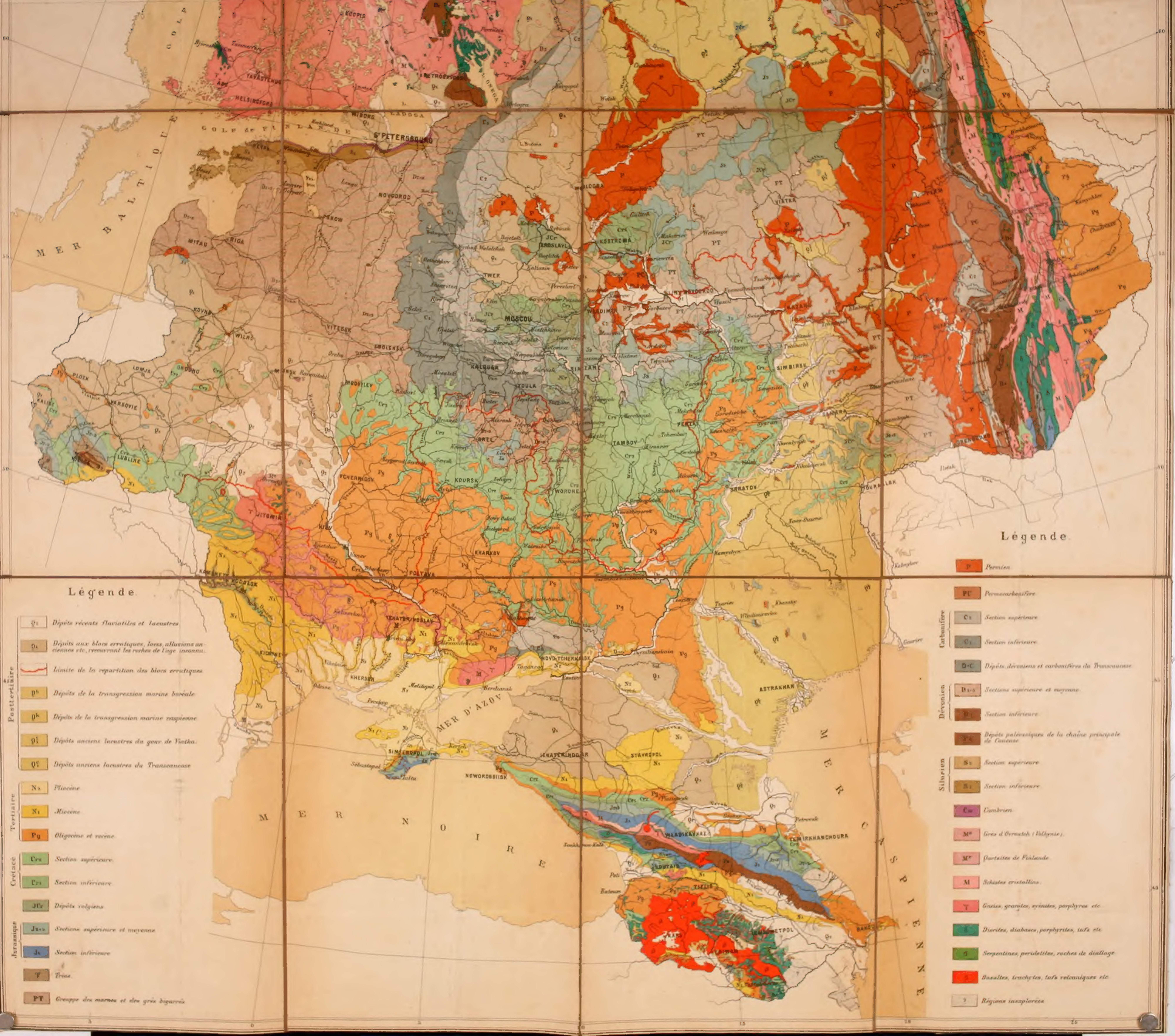
Echelle 1:420000





Laia
Werkhné-Laisk
Nijné-Laisk
Balakino
Salka
Nijné-Taguilsk
Taguil
Bobrovka
Tchernoistotchinsk
Chaitanka
Woskressenskoié
Anatolskaia
Rechi
Byngovsk
Néwiansk
Werkhné-Taguilsk
L. Changirskoié
Néiworoudinsk
L. Chaitanskoié
Werkhné-Néiwinsk
Lac d'Ataï
L. Tawatoui
Tawatoui
Mostowaia
L. Isset
Issetsk
Issetskaia
L. Meltkoié
Palkina
Pychma
Bérésovsk
Pychminsk
Chartachskoié
Verkh-Issetsk
L. de Chartach
EKATHERINEBOURG
30°
D₁ Calcaires et marbres dévoniens inférieurs
M Schistes cristallins
Diabases, porphyrites et tufs
Porphyres, roches à orthose et brèches
Granites, syénites
Gabbro, en partie roches à diallage
Roches à diallage, serpentines, peridotites et en partie gabbro
КАРТОГР. ЗАВ. А. ИЛЬИНА, С.П.Б.


CARTE
GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE
de la
RUSSIE d'EUROPE
dressée par les membres
du
COMITÉ GÉOLOGIQUE
1897.
Échelle 1:6,300,000
Library Dept. of Geology
550.6
I61c78
map
OCÉAN GLACIAL
MER BLANCHE
GOLF de BOTHNIE
GOLF de FINLANDE
MER BALTIQUE
ARKHANGELSK
St PETERSBOURG
NOVGOROD
PSKOW
RIGA
MITAU
KOVNO
WILNO
VITEBSK
SMOLENSK
MOSCOU
TWER
KALOUGA
TOULA
RIAZANE
WLADIMIR
KOSTROMA
JAROSLAVL
WOLOGDA
VIATKA
KAZAN
SIMBIRSK
SAMARA
PENZA
TAMBOV
ORENBOURG
SARATOV
KOURSK
OREL
VORONEJ
KHARKOV
POLTAVA
TCHERNIGOV
KIEV
JITOMIR
LUBLINE
VARSOVIE
GRODNO
MINSK
MOGUILEV
HELSINGFORS
KUOPIO
ULEÅBORG
PETROSAVODSK
Légende
Q2 Dépôts récents fluviatiles et lacustres
Q1 Dépôts aux blocs erratiques, loess, alluvions anciennes etc., recouvrant les roches de l'age inconnu.
Limite de la repartition des blocs erratiques
Légende
P Permien
PC Permocarbonifère
Carbonifère
C2 Section supérieure
C1 Section inférieure
D-C Dépôts dévoniens et carbonifères du Transcaucase



Légende
Q2 Dépôts récents fluviatiles et lacustres
Q1 Dépôts aux blocs erratiques, loess, alluvions anciennes etc. recouvrant les roches de l'age inconnu.
Limite de la repartition des blocs erratiques
Dépôts de la transgression marine boréale
Dépôts de la transgression marine caspienne
Dépôts anciens lacustres du gouv. de Viatka.
Dépôts anciens lacustres du Transcaucase
Posttertiaire
N2 Pliocène
N1 Miocène
Pg Oligocène et eocène
Tertiaire
Section supérieure
Section inférieure
Crétacé
JCr Dépôts volgiens
Sections supérieure et moyenne
J1 Section inférieure
Jurassique
T Trias.
PT Groupe des marnes et des grès bigarrés
Légende
P Permien
PC Permocarbonifère
Section supérieure
Section inférieure
Carbonifère
D-C Dépôts dévoniens et carbonifères du Transcaucase
Sections supérieure et moyenne
Section inférieure
Dévonien
Dépôts paléozoiques de la chaine principale de Caucase
Section supérieure
Section inférieure
Silurien
Cambrien
Grès d'Ovroutch (Volhynie).
Quartzites de Finlande
M Schistes cristallins.
Gneiss, granites, syénites, porphyres etc
Diorites, diabases, porphyrites, tufs etc
Serpentines, peridotites, roches de diallage
Basaltes, trachytes, tufs volcaniques etc
? Régions inexplorées
MER BALTIQUE
GOLF de FINLANDE
MER NOIRE
MER D'AZOV
MER CASPIENNE
S.T PETERSBOURG
MOSCOU
NOVGOROD
PSKOW
RIGA
MITAU
KOVNO
WILNO
GRODNO
VARSOVIE
LUBLINE
VITEBSK
SMOLENSK
MOGHILEV
KALOUGA
TOULA
RIAZANE
TVER
IAROSLAVL
KOSTROMA
WOLOGDA
VIATKA
KAZAN
SIMBIRSK
SAMARA
PENZA
TAMBOV
SARATOV
ORENBOURG
OURALSK
VORONEJ
KOURSK
OREL
TCHERNIGOV
KIEV
JITOMIR
POLTAVA
KHARKOV
KHERSON
IEKATERINOSLAV
NOVO TCHERKASSK
ASTRAKHAN
STAVROPOL
IEKATERINODAR
NOWOROSSIISK
SIMFEROPOL
WLADIKAVKAZ
TEMIRKHANCHOURA
KOUTAIS
TIFLIS
ELISABETPOL
ERIVAN
BAKOU
HELSINGFORS
WIBORG
PETROZAVODSK
KAMENETZ PODOLSK
KICHINEV